

Trabajo Fin de Grado

Análisis de datos nivológicos y zonas habituales de actuación.

Autor

D. Iván Collar Sánchez

Directores

Director Académico: Dr. D. Antonio M. Oller Marcén

Director Militar: Cap. D. Gonzalo Velasco Serrano

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2017

AGRADECIMIENTOS.

La realización de este trabajo de Fin de Grado, así como las prácticas de Mando no hubiera sido posible sin la gran colaboración y aporte por parte del Regimiento de Infantería “Galicia 64” de Cazadores de Montaña y en particular a la 2ª Compañía de Cazadores, encuadrada en el Batallón “Pirineos I/64”. Agradecer a los distintos cuadros de mando, tanto oficiales como suboficiales por su aportación, ya no solo para la realización de este trabajo, sino por su interés, dedicación y su buen hacer hacia mi persona facilitando la realización de las prácticas de mando. Resaltar en este apartado al Teniente de Infantería D. Carlos Vera Guerrero, con el cual he estado adjunto y del cual he podido aprender, aparte de su dedicación y esfuerzo por enseñarme en este período.

Es justo también mencionar en este apartado a los capitanes destinados en la Plana Mayor de Mando del Batallón, gracias a los cuales he podido recopilar una gran cantidad de información útil para la realización de esta memoria. De este mismo modo también mencionar al Teniente de Infantería D. Alex Núñez López, el cual también facilitó información, así como consejo para la elaboración de esta memoria.

Agradecer a la coordinadora de Alurte, Rocío, por su orientación para la realización de este trabajo, así como su predisposición para ayudar y facilitar información al respecto del tema de la memoria.

Finalmente, agradecer al profesor del Centro Universitario de la Defensa, Dr. D. Antonio Oller Marcén, por su disposición y disponibilidad durante este período de tiempo, además de sus correcciones y orientaciones para poder plantear y sacar adelante este Trabajo de Fin de Grado.

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis sobre datos nivológicos del valle del Aragón, el cual se encuentra en el Pirineo Aragonés, y así mismo se trata del principal valle dónde el Regimiento de Infantería “Galicia 64” Cazadores de Montaña realiza la mayor parte de su instrucción a nivel técnico como de combate tanto en período estival como invernal. El trabajo está centrado en el estudio de los datos nivológicos de esta zona y una aproximación al estudio de los aludes, puesto que se trata del fenómeno más común y más peligroso al que se tiene que enfrentar esta unidad mientras realiza su instrucción en temporada invernal. Para lo cual se han estudiado los diferentes parámetros que participan en la generación de aludes y se ha recopilado información del peligro de estos para poder comparar ambos y sacar conclusiones aproximadas de la relación entre los datos. Para finalmente llegar al objetivo principal de este trabajo que será poder facilitar a la unidad estos datos donde se reflejen en función de las diferentes características para que, en un futuro, se puedan realizar estudio de zonas que sean o no hábiles para la instrucción dependiendo de las condiciones externas del momento.

Palabras Clave: “Alud”, “Pirineo Aragonés”, “Nivológicos”

ABSTRACT

This work analyses the nivological data of the Aragon valley, which is located in the Aragonese Pyrenees. It is also the main valley where the Infantry Regiment of Mountain Hunters “Galicia 64” performs most of its instruction at technical level, as well as at combat level in both summer and winter. The work is focused on the study of the different nivological data, such as temperature, wind, rainfall, cloud cover and avalanche danger, in order to establish a data base which allows to carry out a study on avalanches and avalanche danger zones, since it is the most common and most dangerous phenomenon that this unit has to face with while conducting its instruction in the winter season. For that, the different parameters

involved in the avalanche generation have been studied. To carry out this project, different tools have been used which have appeared previously in the engineering degree like the Project Charter or a SWOT analysis. Moreover, a poll has been used to find out the knowledge level of the different captains, lieutenants and sergeants about the human factor related to the occurrence of avalanches. The project includes a brief introduction to the avalanche which talks about the size, triggers, stability test and the different evaluation methods. The nivological data analysis consists on the study of some graphics which are used to see the results of the winter and to compare the different data with the avalanche risk. On the other hand, to do the poll, a website has been used, thanks to which, the results were compiled and it was possible to analyze them. Finally, the main objective of this work is to deliver this data to the unit, where it is reflected in function of the different characteristics which indicate what zones are or not suitable for the instruction depending on the external conditions of the moment.

Key words: “Aragonese Pyrenees”, “Avalanches”, “Nivological Data”

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	2
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	6
1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2 OBJETIVO Y ALCANCE.....	8
3 ESTADO DE LA CUESTIÓN.	9
4 METODOLOGÍA.....	11
4.1 Planteamiento del proyecto.....	11
4.2 Búsqueda de Información.	11
4.2.1 Revisión Documental.....	12
4.2.2 Encuestas.....	12
4.3 Trabajo de Campo.....	13
4.4 Análisis de los datos nivológicos.....	13
5 DISEÑO DEL PROYECTO.....	14
5.1 Project Charter.....	14
5.2 Análisis DAFO.....	15
5.3 Análisis de Riesgo.....	16
6 ALUDES.....	18
6.1 Clasificación de los Aludes.....	18
6.2 Tamaño de los Aludes.....	19
6.3 Factores desencadenantes de Aludes.....	19
6.4 Test de Estabilidad del Manto Nivoso.....	20
6.5 Perfil Estratigráfico.....	21
6.6 Métodos de evaluación del peligro de Aludes.....	21
7 ESTUDIO DE DATOS.....	22
7.1 Datos Nivológicos.....	22
7.2 Datos de Encuesta.....	30

8	CONCLUSIONES.....	31
9	LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS.....	31
10	FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA.....	33
10.1	Bibliografía.....	33
10.2	Internet.....	34
11	ANEXO I.....	35
12	ANEXO II.....	36
13	ANEXO III.....	38
14	ANEXO IV.....	42
15	ANEXO V.....	43
16	ANEXO VI.....	44
17	ANEXO VII.....	45
18	ANEXO VIII.....	46
19	ANEXO IX.....	47
20	ANEXO X.....	48
21	ANEXO XI.....	49
22	ANEXO XII.....	50
23	ANEXO XIII.....	51
24	ANEXO XIV.....	53

LISTA DE TABLAS

- *Tabla 1. Análisis DAFO.*
- *Tabla 2. Análisis de Riesgo.*
- *Tabla 3. Matriz de Riesgos.*
- *Tabla 4. Tabla de Escala Europea de Riesgo de Aludes.*
- *Tabla 5. Tabla de clasificación de Aludes.*
- *Tabla 6. Tabla de tamaño de Aludes.*
- *Tabla 7. Estabilidad del Manto Nivoso.*
- *Tabla 8. Explicación método 3x3.*
- *Tabla 9. Datos Nivelógicos.*

LISTA DE ILUSTRACIONES

- *Ilustración 1. Project Charter.*
- *Ilustración 2. Gráfico de la Evolución Diaria de las Temperaturas.*
- *Ilustración 3. Gráfico de la Evolución Diaria de la Intensidad del Viento.*
- *Ilustración 4. Gráfico de la Evolución Diaria del Peligro de Aludes.*
- *Ilustración 5. Gráfico de Peligro medio de Aludes frente Intensidad del Viento.*
- *Ilustración 6. Gráfico de la Evolución Diaria de Cantidad de Precipitación.*
- *Ilustración 7. Gráfica de la Evolución Diaria de Peligro de Aludes.*
- *Ilustración 8. Gráfica de la Evolución Diaria de Cobertura de Nubes.*
- *Ilustración 9. Gráfica de Peligro medio de Aludes frente Cobertura de Nubes.*
- *Ilustración 10. Cartografía del Valle del Aragón.*
- *Ilustración 11. Imagen del Escudo de Armas del Regimiento de Infantería “Galicia 64” de Cazadores de Montaña.*
- *Ilustración 12. Imagen del Triángulo de Aludes.*
- *Ilustración 13. Foto comparativa distinto tipos de Aludes.*
- *Ilustración 14. Inclinación de peligro de Aludes.*
- *Ilustración 15. Fuerzas del Manto Nivoso.*
- *Ilustración 16. Perfil Estratigráfico.*
- *Ilustración 17. Perfil Estratigráfico hecho.*
- *Ilustración 18. Boletín de Peligro de Aludes. Parte 1.*
- *Ilustración 19. Boletín de Peligro de Aludes. Parte 2.*

1 INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La historia del Regimiento de Infantería “Galicia 64” de Cazadores de Montaña, según el IHCM¹, está ligada directamente con la época de los tercios, más concretamente con el Tercio de Lombardía, creado en el año 1560.

El Tercio de Lombardía estuvo presente desde el inicio de las guerras en Flandes, participando en numerosas batallas dónde sufrieron numerosas bajas. Fue por este motivo y en medio de la lucha por las últimas posesiones españolas en Flandes, el Tercio, con el objetivo de constituir un segundo batallón, tuvo que absorber a los Tercios de Lugo, Orense y la Coruña, motivo por el cual en el año 1715, cuando se le dio nombre a los distintos regimientos, se le impuso el nombre de Regimiento Galicia, nombre con el cual se conoce actualmente a esta unidad.

El escudo de armas del Regimiento procede de la “Bandera Coronela”, del “Tercio Ordinario del Estado de Milán” y más específicamente de su “Coronela de Galicia”. Además el RCZM 64, es conocido con el sobrenombre de “El Señor”.

En la actualidad, acorde a lo que se puede leer en su página web, el Regimiento de Infantería “Galicia 64”² de Cazadores de Montaña está situado en la ciudad de Jaca, donde lleva desarrollando desde el año 1925, sus actividades y su instrucción instalados en el Acuartelamiento “La Victoria”³ y en el marco inmejorable del Pirineo Aragonés, lo cual le ha permitido ser la unidad de referencia para la instrucción y el combate en la montaña, consiguiendo instruir y forjar el “espíritu del montañero” en todos los miembros de las Fuerzas Armadas que alguna vez a lo largo de su vida militar han desempeñado su juramento de servir a España en esta unidad de élite.

Las unidades de montaña desde su creación han desarrollado su instrucción y adiestramiento en un terreno y en unas condiciones nuevas para nuestras Fuerzas Armadas. Para lo cual tanto el personal como los medios de los que se disponía, al igual que los métodos de actuación, han ido mejorando y adaptándose a esta nueva unidad y a su forma de actuar.

¹ Instituto de Historia y Cultura Militar es el órgano responsable, en el ámbito del Ejército de Tierra de la protección, conservación, investigación y difusión del patrimonio histórico, cultural documental y bibliográfico del Ejército de Tierra. Dirección web: <http://www.ejercito.mde.es/unidades/Madrid/ihycm/>

² Dirección web del Regimiento: http://www.ejercito.mde.es/unidades/Huesca/rczm_galicia64/

³ Acuartelamiento perteneciente a la Base Discontinúa Oroel (Jaca), donde se encuentra Mando y PLMM del RCMZ 64, BCZM I/64.

Pero a pesar de ser la punta de lanza de las unidades de montaña, el planeamiento y el desarrollo de las actividades de instrucción y adiestramiento presenta una gran complejidad⁴, debido a que se deben tener en cuenta una diversidad de factores externos que en bastantes ocasiones son difíciles de prever o que pueden variar en un breve período de tiempo, como pueden ser la meteorología, las condiciones climatológicas o los análisis de los datos nivológicos.

Estas dificultades surgen debido a que una unidad de montaña debe saber moverse y combatir tanto en época estival como invernal, y es en esta última época cuando surgen la mayor proporción de las vicisitudes en torno al planeamiento de las actividades a realizar por el RCZM “Galicia 64”.

2 OBJETIVO Y ALCANCE.

El origen de este trabajo es una propuesta del Regimiento de Infantería “Galicia 64” de Cazadores de Montaña para la realización de un alférez cadete durante el desarrollo de sus prácticas externas en la unidad de destino mencionada anteriormente.

Tras realizar diversas reuniones con varios cuadros de mando del Regimiento, más específicamente del Batallón de Cazadores de Montaña “Pirineos I/64”, así como tras la aprobación tanto del tutor civil, impuesto por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) como por el tutor militar, impuesto por la unidad de destino, se ha establecido el objetivo principal para la elaboración del trabajo.

El objeto de esta memoria consiste en la realización de un estudio de datos nivológicos sobre un valle determinado situado en el Pirineo Aragonés, concretamente, el Valle del Aragón⁵. Con dicho estudio se pretende la elaboración de informes, así como de gráficos donde se pueda observar a primera vista, la situación meteorológica vivida en la última ventana invernal, así como realizar una comparación de estos datos nivológicos con los datos de peligro de aludes obtenidos para poder sacar conclusiones sobre su relación.

⁴ Esta afirmación se realiza tras el análisis de los manuales [6, 7, 8, 9] de la bibliografía.

⁵ Situado en la comarca de la Jacetania, en la provincia de Huesca. Toma su nombre del río Aragón, el cual lo recorre de norte a sur. Se puede dividir en 3 partes: el Campo de Jaca, Bardarux y el Valle de Canfranc. Además forma parte de la vía tolosana del Camino de Santiago.

Así con la elaboración de este trabajo también se pretende asentar unas bases de estudios previos que queden a disposición de la unidad para que pueda elaborar, con vistas futuras, diversos mapas cartográficos y topográficos donde se pueda reflejar las zonas más propensas a sufrir aludes en función de las diferentes condiciones recogidas durante una cantidad de tiempo determinada, a modo de histórico de datos y facilitar el planeamiento y la realización de las actividades de instrucción y adiestramiento.

Por tanto, lo que se pretende es que mientras se lleve a cabo el planeamiento de las distintas maniobras, jornadas continuadas o marchas durante la instrucción invernial, a través de los resultados del estudio realizado y haciendo una comparativa con los datos que hubieran sido tomados en el momento determinado, se pueda rechazar determinadas zonas que fueran previsibles de sufrir aludes para de este modo, evitar poner en peligro al personal de la unidad.

3 ESTADO DE LA CUESTIÓN.

Desde la aparición de las unidades de montaña dentro de las Fuerzas Armadas españolas ha supuesto la especialización del personal componente de nuestras FAS para poder hacer frente a este nuevo reto que supone el desarrollo de la instrucción y adiestramiento en el marco de la montaña y la alta montaña.

Este nuevo abanico de posibilidades que surgían con la implementación de este nuevo tipo de unidades de combate requería de dicha especialización del personal tanto en el aspecto táctico, para poder desempeñar las funciones de combate, como en el ámbito técnico, ya que se necesita de conocimientos específicos de montaña para poder salvaguardar la seguridad del personal de las unidades. Estos conocimientos deben ser adquiridos, principalmente, por cuadros de mando, es decir, oficiales y suboficiales, que serán los encargados de adiestrar a su tropa.

Por otra parte, la información de la que se dispone actualmente dentro de las FAS relacionada con la montaña y más concretamente centrado en el ambiente invernial, es decir, estudios y recopilaciones de datos nivológicos que faciliten a las distintas unidades es nula.

Tras realizar una búsqueda por la intranet del ejército, así como tratar de obtener información sobre estudios de datos nivológicos que haya podido realizar tanto el E.T. como las FAS, a través del Sistema de Documentación del Ejército, perteneciente al DIDOM⁶, el resultado de dicha búsqueda ha sido nulo.

⁶ Se encuentra encuadrado dentro del Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Sorprendentemente, ningún organismo dentro del ámbito militar se ha dedicado a realizar estudios de las diferentes zonas habituales de actuación dónde las unidades de montaña, con frecuencia, realizan sus actividades de instrucción en la fase invernal.

Este hecho conlleva a depender de organizaciones y agentes externos que pueden facilitar estos estudios y esos datos necesarios para la planificación de las actividades formativas con el mínimo riesgo de poder sufrir algún tipo de fenómeno climatológico común en las zonas de alta montaña, como pueden ser los aludes.

Para poder acceder a esta información ha sido necesario buscarla a través de distintas organizaciones de carácter civil, así como de organismos del estado, encargadas de la elaboración de estos estudios, de los cuales se nutren las unidades de montaña para la elaboración de sus informes y su planificación de las distintas actividades que se realizan.

Organizaciones civiles como Alurte⁷ y organismos del estado como AEMET⁸, realizan recogidas de datos a través de distintas estaciones y refugios y así consiguen elaborar sus informes, los cuales son accesibles a todo el personal que los requiera, puesto que son publicados en sus páginas web.

Al igual que las dos organizaciones mencionadas anteriormente son de cierta utilidad para la búsqueda de datos relacionados con el título del trabajo a realizar, no se encuentran con tanta facilidad o se puede descartar la existencia de determinados libros, manuales o guías alpinas para el movimiento en montaña, donde se recojan estos datos necesarios para la determinación y el estudio de los aludes. Por tanto, resulta difícil encontrar datos históricos sobre nuestra zona de estudio, ya que tanto Alurte como AEMET son organizaciones de reciente creación y no disponen de datos históricos. Esto da como resultado la falta de información con la que se encuentran los mandos del Regimiento en su fase de planeamiento.

Como resumen de todo lo mencionado en el texto se puede concluir la carencia de información tanto oficial como pública con respecto al estudio de datos nivológicos, lo cual dificulta la labor de planeamiento de las actividades de

⁷ Centro localizado en Canfranc (Huesca), creado en el año 2013 y que se ha especializado en el estudio de la nieve y los aludes centrándose en el Valle del Aragón.

⁸ Creada en el año 2006, es la sucesora de del Instituto Nacional de Meteorología. Su objetivo es la planificación, dirección, desarrollo y coordinación de actividades meteorológicas en el ámbito estatal.

instrucción y adiestramiento de la PLMM del Regimiento junto con la del Batallón “Pirineos I/64”.

4 METODOLOGÍA.

El presente trabajo se ha realizado siguiendo las siguientes fases. En un primer lugar, se ha planteado una idea de memoria en la cual se han utilizado herramientas de análisis, seguidamente se ha llevado a cabo la búsqueda de la información y una posterior clasificación de la misma sobre el tema a tratar en la memoria. En tercer lugar, se realizó una evaluación y revisión de la información clasificada. Para finalmente, realizar un estudio de los datos y la información que se ha obtenido, con el objetivo de obtener unos resultados en relación al tema a tratar, al igual que obtener unas conclusiones.

4.1 Planteamiento del proyecto

Con el objetivo de plantear el objetivo y alcance de este trabajo, así como listar y enumerar los distintos riesgos que podrían aparecer durante las distintas fases de recogida y estudio de la información, se ha realizado, según las herramientas estudiadas en las asignaturas del grado, un estudio previo al inicio del proyecto para conseguir establecer las líneas de acción y metas a alcanzar a través del Project Charter, mediante la herramienta de estudio de los riesgos, se han plasmado los riesgos que podrían aparecer durante las fases, así como un breve estudio y clasificación de los mismos. Finalmente, utilizando un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO), se ha plasmado las ventajas y desventajas que se nos encontraremos en la elaboración de esta memoria.

4.2 Búsqueda de Información.

En este proceso de búsqueda de información se han llevado a cabo dos métodos para la recopilación de la misma, por un lado se ha realizado una recogida de información a través de los mandos diplomados, y por otro lado se ha realizado una encuesta a estos mismos mandos con el fin de obtener información de primera mano de personal experto.

4.2.1 Revisión Documental.

Con el objetivo de obtener la máxima información útil para la realización de la memoria, aparte de entrevistar a personal diplomado en montaña de la Unidad para poder conocer sus experiencias y sus conocimientos de primera mano, se han revisado diferentes manuales militares, así como libros de interés relacionados con la montaña, además de recopilar información de direcciones webs tanto pertenecientes al Estado (AEMET), como civiles (ALURTE).

Con esta búsqueda de información se pretende complementar los testimonios y los conocimientos aportados por los mandos del Batallón para así poder contrastar y verificar dicha información con los distintos manuales y libros.

Así mismo todas las direcciones web como las referencias de todos los manuales y libros consultados se encontrarán en el apartado de referencias bibliográficas.

4.2.2 Encuestas.

Para extraer información a través de la experiencia de los mandos diplomados⁹ en montaña se ha realizado una encuesta. El objetivo principal de la realización de esta encuesta es conocer los conocimientos generales que poseen los cuadros de mando del RICZM “Galicia 64” sobre los aludes, consecuencias y factores que lo provocan. La encuesta ha sido realizada a 4 capitanes, jefes de las 4 compañías del Batallón, además también se les realizó a 12 tenientes y a 4 sargentos.

La encuesta consiste en 8 preguntas todas relacionadas con el tema a tratar en la memoria. En un primer lugar, se han realizado unas preguntas de control, para conocer la trayectoria militar del cuadro de mando que haya realizado la encuesta. Posteriormente, se han realizado cuestiones orientadas a controlar el conocimiento sobre nivología de los cuadros de mando. Dichas preguntas están enfocadas al conocimiento y control del factor humano y su importancia en la generación y provocación de aludes.

La encuesta ha sido realizada a los cuadros de mando destinados en el Batallón de Cazadores de Montaña “Pirineos I/64”, encuadrado en el Regimiento de Infantería de Cazadores Montaña “Galicia 64”.

⁹ Los cuadros de mando tras realizar y aprobar el Curso de Montaña, con una duración aproximada de 9 meses, se les considera diplomados en montaña, en el ámbito interno de las Fuerzas Armadas.

4.3 Trabajo de Campo.

El trabajo de campo se realizó durante las prácticas externas en el Regimiento de Infantería de Cazadores de Montaña “Galicia 64”, bajo el mando del Coronel D. Fernando Maté Sánchez, en la 2ª Compañía encuadrada en el Batallón “Pirineos I/64”, mandada por el Teniente Coronel D. Nicolás González Chamorro, ubicado en Jaca (Huesca). Desde la incorporación a la unidad de destino, el día 03-09-2017, hasta la conclusión de las prácticas, el día 20-10-2017, se ha llevado a cabo la recopilación de la información, realización de los estudios y encuestas, así como las prácticas de mando.

Integrado en la 2ª Compañía, bajo el mando del Capitán D. Marcos Miguel Belmar Ocaña, y adjunto al Teniente D. Carlos Vera Guerrero, y con la ayuda de los distintos capitanes destinados en la Plana Mayor de Mando del Batallón, y el trabajo diario de la unidad, se ha podido recopilar información proporcionada de primera mano sobre el tema a trabajar del personal de la destinado en la unidad, los cuales son diplomados y expertos en dicho tema.

De este mismo modo, durante la realización de las prácticas externas, se ha ido realizando tanto los análisis y evaluaciones de la información obtenida, como la elaboración de las diferentes estadísticas y gráficas, para finalizar con las conclusiones de la memoria y la proposición de una futura zona de actuación.

4.4 Análisis de los datos nivológicos.

En este apartado de la memoria se recoge el proceso y las herramientas que se han utilizado para desarrollar los distintos estudios. Para realizar dicho estudio se han empleado, un método estadístico mediante el cual se ha realizado, utilizando la herramienta Excel a través del cual se han generado las distintas gráficas del trabajo junto con la matriz de los datos recopilados, el análisis de los datos nivológicos orientados a la meteorología, es decir, los datos relacionados con las precipitaciones, viento, peligro de aludes y las temperaturas.

Por otro lado se ha hecho el uso de una encuesta para recoger la opinión y parecer del personal diplomado en montaña destinado en el Batallón “Pirineos I/64” acerca de uno de los factores, en teoría más importante en la generación de los aludes, como es el factor humano. Para realizar la encuesta se ha utilizado una dirección web¹⁰ a través de la cual se ha generado una encuesta online, la cual se ha adjuntado a través de la aplicación móvil Whatsapp, para que los distintos cuadros de mando la cumplimenten y su posterior análisis.

¹⁰ Dirección web para crear encuestas online: <https://manager.e-encuesta.com/>

5 DISEÑO DEL PROYECTO.

En este apartado se presenta un análisis previo al análisis de los datos nivológicos con el objetivo de estudiar los riesgos que pueden aparecer antes o durante el análisis nivológico, a través de un análisis de riesgos. Además se plantea un análisis DAFO¹¹, con el fin de analizar la situación y poder plantear soluciones en el futuro.

5.1 Project Charter.

Con el Project Charter se pretende hacer una introducción al trabajo, dónde se establecen los objetivos, el alcance del trabajo, así como los stakeholders y persona que realizará el trabajo.

El objetivo de utilizar esta herramienta de trabajo es poder asentar unas bases para la realización de la memoria con el fin de establecer las diferentes líneas de acción a tomar así como definir los hitos que nos permiten avanzar en la evolución del trabajo.

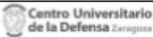
PROJECT CHARTER				TRABAJO FIN DE GRADO	
					
Título: ANÁLISIS DE DATOS NIVOLÓGICOS Y ZONAS HABITUALES DE ACTUACIÓN				Fecha:	04/09/2017
Project Leader: IVÁN COLLAR SÁNCHEZ				Localización:	RCZM 64 (JACA)
Recursos personat: 5 asesores Bon "Pirineos I/64", 1 asesor organización Alurte, 1 asesor civil (AGM)					
Equipo de proyecto: : IVÁN COLLAR SÁNCHEZ					
Stakeholders: REGIMIENTO DE CAZADORES DE MONTANA "GALICIA 64", ESCUELA MILITAR DE MONTANA Y OPERACIONES ESPECIALES					
Descripción general del proyecto:					
El objeto de esta memoria consiste en la realización de un estudio de datos nivológicos sobre un valle determinado situado en el Pirineo Aragonés, concretamente, el Valle del Aragón . Con dicho estudio se pretende la elaboración de informes, así como de gráficos donde se pueda observar a primera vista, la situación meteorológica vivida en la última ventana invernal, así como realizar una comparación de estos datos climatológicos con los datos de peligro de aludes obtenidos para poder sacar conclusiones sobre su relación.					
Business case:					
La necesidad de las unidades de montaña por conocer el terreno y sus condiciones de los diferentes lugares donde van a sus actividades de instrucción y adiestramiento, supone la necesidad de conocer las condiciones y factores que pueden generar los peligros en dichas actividades, para lo cual resulta útil tener un estudio previo con datos históricos para poder valorar los factores presentes y que puedan causar riesgos en las actividades.					
Objetivos y requisitos del proyecto:					
OBJETIVOS: Proporcionar al regimiento unos estudios que sirvan de base para futuros análisis y planeamiento de actividades de instrucción y adiestramiento. Proponer nuevas zonas útiles para realizar actividades. REQUISITOS: Información verídica de los datos. Cartografía de la zona de estudio.					
Entregables e hitos:	Fecha inicio	Fecha fin		Fecha inicio	Fecha fin
Proyecto:			M4	Recopilación y análisis de la información	04/09/2017 15/09/2017
M1	Determinación del concepto del trabajo	04/09/2017 08/09/2017	M5	Estudio de los datos disponibles	15/09/2017 25/09/2017
M2	Definición de requisitos y necesidades	04/09/2017 12/09/2017	M6	Realización y entrega de la memoria	15/09/2017 03/11/2017
M3	Entrevistas personales con el personal diplo	04/09/2017 14/09/2017	M7	Puesta en funcionamiento	TBD
Riesgos de alto nivel:					
Dificultad para encontrar resultados de datos nivológicos, puesto que no en todo el Valle del Aragón se pueden encontrar centrales que recopilen estos datos. Veracidad de la posible información encontrada en las distintas direcciones webs o páginas de aficionados. Dificultad de encontrar información sobre este tipo de datos en una estación del año donde aún no se trabaja con ellos.					
Aprobación y firma: Antonio Olier Marañón				Fecha:	03/11/2017

Ilustración 1: Proiect Charter. Fuente: Elaboración propia.

¹¹ Un análisis DAFO es una herramienta que permite analizar la realidad de un proyecto para poder tomar decisiones en un futuro.

5.2 Análisis DAFO.

Mediante el análisis DAFO se pretende tomar conciencia inicial de diversos aspectos que pueden surgir al inicio del proyecto, con el fin de detectarlos y poder actuar sobre ellos.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> No tener referencias previas de estudios realizados en el ET. No disponer del suficiente personal cualificado para realizar los estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de información disponible para estudio en época estival. Incertidumbre de la información recopilada.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> Estudio innovador dentro del E.T. Aprovechar los recursos disponibles de la zona de estudio. Mejora y ayuda en los métodos de planeamiento de actividades invernales 	<ul style="list-style-type: none"> Patentar este estudio para adoptarlo como referencia futura. Realizar actividades en nuevas zonas de actuación. Establecer relaciones formales con organismos especializados.

Tabla 1: Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la tabla del análisis DAFO, hay que destacar en el apartado fortalezas, el hecho de que se tratará de un estudio innovador, puesto que dentro del ámbito del Ejército de Tierra y tras consultar con el Servicio de Documentación, no se dispone de ningún tipo de estudio similar. Además esto supondría un avance para las unidades de montaña puesto que facilitaría su labor de planeamiento de las actividades de instrucción en invernada, puesto que se podría definir de antemano que zonas son prohibidas para la realización de estas actividades.

Por otro lado, el hecho de que no se disponga ningún tipo de estudio realizado dentro de las Fuerzas Armadas supone una debilidad en este proyecto ya que toda la información de la que se debe disponer se obtiene de elementos externos, los cuales no pueden, en mayoría de los casos, certificarla.

Con vistas a las oportunidades y las ventajas que se podrían obtener con este trabajo, hay que destacar el hecho, de que lo que se pretende es conseguir establecer unas bases de estudio nivológicos con las que se pueda en un futuro, plantear la elaboración de cartografía en función a más estudios de este tipo, donde queden reflejadas las zonas con más peligro de sufrir aludes. De este modo se conseguiría establecer futuras zonas de acción.

5.3 Análisis de Riesgo.

Con el análisis de riesgo se intenta recoger, a priori, cuáles son los posibles riesgos que pueden aparecer durante la realización del trabajo y cuál puede ser su impacto y probabilidad de ocurrencia.


En la tabla 2, la cual se ha utilizado siguiendo el modelo empleado en la asignatura Oficina de Proyectos, se presentan un historial de riesgos, los cuales se consideran que pueden ser los más frecuentes que pudieran aparecer durante el desarrollo del proyecto.

El riesgo que tiene la mayor probabilidad de ocurrencia (3), así como el mayor impacto (H), se trata de la falta de información que pueda ser obtenida al deberse de un trabajo de datos nivológicos y al ser época estival, puede resultar una tarea difícil ya que durante esta época del año no se realizan estos estudios de datos nivológicos.

Mientras que por otro lado, hay un riesgo que tiene la mínima probabilidad de ocurrencia (1) y el menor impacto (L), dicho riesgo se basa en la falta de formación para realizar el trabajo. Dicho riesgo es fácil de solventar pues se puede contar con ayuda de personal experto tanto en montaña como en nivología, los cuales servirían de apoyo y referencia para realizar el proyecto.

Asimismo en la tabla 2, se recopilan el resto de riesgo junto con sus probabilidades e impacto, además se presenta una propuesta de solución en caso de que dicho riesgo apareciera.

Por otro lado podemos observar la matriz de riesgos. En esta matriz se puede analizar lo mencionado anteriormente, ya que se puede observar cómo están clasificados los distintos riesgos con sus probabilidades de ocurrencia. Así podemos ver como solo tendríamos un riesgo de alta probabilidad y alto impacto, lo cual podría llegar a suponer un factor importante en la realización del proyecto.



Centro Universitario

de la Defensa

Zaragoza

Análisis de riesgos

Título Proyecto:		Análisis de Datos Nivelógicos y zonas habituales de actuación				Equipo:						Fecha cambio:			
Jefe de proyecto:		Iván Collar Sánchez				Fecha comienzo:				04/04/2017		Arma		INF	
Evaluación de riesgos															
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (bajo, medio, alto)	Probabilidad (L,M,H)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida	Clase riesgo tras implementar medida	Responsable	Fecha planificada	Fecha realización	Status		
1	Falta de información por ser época estival	Desarrollo		H	3	3H	Imposibilidad de realizar el estudio	Tener acceso a información de datos históricos		Iván					
2	Recopilar información con poca veracidad de organismos no oficiales	Calidad		M	2	2M	Poca credibilidad de los datos presentados	Obtener información únicamente de organismos oficiales		Iván					
3	Incendios meteorológicos difíciles de controlar	Ejecución		M	3	3M	Imposibilidad de realizar el estudio			Iván					
4	Falta de formación del personal	Desarrollo		L	1	1L	Dificultad para realizar el estudio	Instruir al personal en el análisis de datos nivelógicos		Iván					
5	Falta de información de datos históricos	Desarrollo		M	2	2M	Dificultad para realizar el estudio	Almacenar los datos de todas las ventanas invernales anteriores		Iván					
6	Falta de estaciones meteorológicas en las estaciones	Desarrollo		H	2	2H	Dificultad para realizar el estudio	Implementar más estaciones meteorológicas en las distintas estaciones de los valles		Iván					
7	Falta de organizaciones destinadas al estudio de datos nivelógicos	Desarrollo		M	2	2M	Dificultad para realizar el estudio	Crear, tanto a nivel particular como estatal, organizaciones encargadas de realizar estudios de estas características		Iván					
8	Inadecuación de medios para realizar mediciones	Desarrollo		L	2	2L	Dificultad para realizar el estudio	Adquisición de material adecuado		Iván					
9	Condiciones meteorológicas adversas en la última ventana invernal	Desarrollo		M	2	2M	Poca credibilidad de los datos presentados			Iván					
10	No destinar personal a la realización de estudios	Desarrollo		H	2	2H	Dificultad para realizar el estudio	Destinar a personal cuya misión, entre otras, sea la realización de estos estudios		Iván					

Tabla 2: Análisis de Riesgo. Fuente: Elaboración propia.

Matriz riesgos proyecto

Probabilidad	3	0	1	1
	2	1	4	2
	1	1	0	0
		Low	Medium	High
		Impacto		

Estadística

Clase riesgo	Nr
Alto (rojo)	1
Alto - medio (naranja)	3
Medio (amarillo)	5
Bajo (verde)	1
Total:	10

Tabla 3: Matriz de Riesgos. Fuente: Elaboración propia.

6 ALUDES.

La nivología, que es una ciencia que estudia los tipos, forma y evolución en el tiempo de la nieve una vez que se ha depositado en la superficie de la tierra, y el estudio de los datos nivológicos tienen como fin último facilitar el conocimiento de la montaña y sus condiciones. Así con estos estudios se consigue realizar los partes nivológicos, en los cuales se establecen los resultados obtenidos del análisis nivológico con el propósito de obtener información útil sobre los aludes y el peligro que puede presentar determinada zona en unas condiciones u otras.

Un alud, o también denominado avalancha, según el manual [4], es una masa de nieve de tamaño relativamente pequeño que se separa de la ladera de las montañas y se desliza o cae repentinamente hacia abajo.

En primer lugar, se va a realizar un estudio y un análisis general de los aludes, para en segundo lugar enfocar dicho estudio en la zona de actuación que se ha mencionado anteriormente (véase en el Objetivo y Alcance).

Morfológicamente los aludes se dividen en tres partes: zona de salida, zona de trayectoria y zona de parada. La zona de salida es la parte en donde se inicia el alud. La zona de trayecto es la parte de la ladera bajo la zona de salida que la conecta con la de depósito. La zona de parada o de depósito es el área donde la nieve se deposita y el alud se detiene.

Para la elaboración de esta parte de la memoria se ha tomado como referencia para la obtención de la información los manuales [2, 4, 5, 11, 12, 13] presentes en la bibliografía.

6.1 Clasificación de los Aludes.

El fenómeno de los aludes puede simplificarse para el usuario de la montaña invernal mediante la herramienta del triángulo de los aludes. Las condiciones de la nieve y la meteorología, el terreno y el factor humano forman los tres lados del triángulo. El triángulo tiene en cuenta todos los ingredientes necesarios para que se produzcan los aludes, facilitando nuestra comprensión, y en última instancia, nuestra toma de decisiones.

Los principales factores que influyen para que se produzca un alud son la pendiente del terreno, así como el hecho que haya un manto nivoso propenso a que se produzca aglutinamiento de la nieve. Pero un alud puede ser provocado por diversos motivos, entre los que encontramos el factor natural, el factor humano

o animal o simplemente por un exceso de peso provocado por la gran cantidad de nieve que se haya podido acumular.

Además, la orientación del terreno, el incremento de temperatura, el viento, el anclaje de fondo, la rugosidad de la zona, el tipo de nieve.

Existen una gran variedad de formas de poder clasificar los aludes, por tanto se va a realizar una clasificación que se encuentra basada en dos parámetros combinados, el tipo de salida y el tipo de nieve. Así encontraremos que la clasificación será:

- Según el tipo de salida: puntual o de placa.
- Según el tipo de nieve: seca o húmeda.

En el anexo VI se puede visualizar una gráfica donde relaciona los distintos parámetros y como sería gráficamente un alud de cada tipo estudiado.

6.2 Tamaño de los Aludes.

El tamaño de los aludes viene determinado por los servicios de predicción de aludes de Europa, los cuales han marcado una escala con 5 niveles con el objetivo de eliminar cualquier tipo de subjetividad en cuanto a la determinación del tamaño de los mismos. Así el dato principal parámetro que se ha utilizado para definir la escala de tamaño de aludes es su potencial destructivo.

El potencial destructivo del alud se calcula en función de su masa, densidad y velocidad, así como de la longitud y la sección de la zona del alud.

En el anexo VII se adjunta una tabla con dicha clasificación.

6.3 Factores desencadenantes de Aludes.

Los aludes son fenómenos de gran complejidad, y además de los factores desencadenantes anteriormente mencionados, hay que destacar los dos principales, que se trata de la pendiente del terreno y del manto nivoso.

En primer lugar hay que tener en consideración del terreno, puesto que en función de la inclinación del mismo el riesgo aumenta o disminuye.

Como se puede apreciar en la gráfica del anexo VIII, la franja comprendida entre los 25° y los 45° abarca las pendientes más críticas, es decir, entre estos valores es donde existe más riesgo de que un alud se genere. En cambio las pendientes inferiores a los 25° son menos peligrosas pues la nieve se asienta, mientras que

en las superiores a 45° la nieve se descarga sola, evitando así gran parte de riesgo de alud.

El manto nivoso es el factor más variable. Su estabilidad depende de las diferentes fuerzas que actúen sobre él, unas fuerzas crean sobre el manto una resistencia (R) que estabilizan el manto, mientras que otras lo desestabilizan. Cuando se produce un equilibrio entre ambas fuerzas o las fuerzas estabilizadoras son mayores, el manto nivoso es estable, en caso contrario el manto nivoso se considera inestable y puede aparecer el riesgo de aludes. La explicación gráfica a este fenómeno está explicada en el anexo VIII.

6.4 Test de Estabilidad del Manto Nivoso.

Para evaluar la estabilidad del manto nivoso, se debe realizar un estudio por separado de dos factores:

- La resistencia lateral, que es la fortaleza de la cohesión entre los granos de cada capa de nieve.
- La resistencia basal, que se define como la intensidad de la ligadura entre las capas.

Los test de estabilidad son unos métodos prácticos que proporcionan una idea de los esfuerzos que un manto nivoso puede soportar antes de producirse el desencadenamiento del alud.

Los test principales de estabilidad se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Test de la Pala -test Noruego o de Faarlund- (ST): Su objetivo es conocer a que profundidad puede producirse una fractura basal. Se usa para encontrar capas débiles enterradas.
- Test de Compresión (CT): su objetivo es identificar capas débiles en el interior del manto nivoso y estimar el esfuerzo necesario para que cedan. Efectivo para encontrar capas débiles en el primer metro de profundidad.
- Test de la Columna Extendida (ECT): trata de identificar fracturas capaces de propagarse en una capa débil del manto. Enfocado a evaluar el potencial de propagación de las fracturas.

Además de estos tres test mencionados hay una gran variedad de test con los cuales podemos obtener también resultados prácticos sobre la estabilidad del manto. Dichos test son menos eficaces que los anteriores puesto que se realizan con menor dedicación de tiempo, pero son de utilidad para un estudio rápido y en el momento de la situación exacta del manto. Dichos test son: test del bastón, test de la pala inclinada o Shovel Tilt test, test de la pendiente con

esquí, test Rutschblock o del bloque deslizante, test de Stufblock o del peso, test de la cuña deslizante o Rustchkiel test y el test de la propagación de la sierra.

6.5 Perfil Estratigráfico.

Consiste en la toma detallada de los datos de las distintas capas o estratos de los que se compone el manto nivoso. Para la toma de datos se recopilan aquellos relativos a temperatura, tipo y tamaño de los cristales de nieve, densidad, dureza y humedad.

El principal objetivo de esta toma de datos, como su posterior estudio, es tratar de conocer la estructura del manto nivoso en capas diferenciadas, además de determinar el orden de superposición de las mismas y valorar tanto la resistencia como la debilidad del conjunto total, como capa a capa. Después de dicho estudio, se realiza un informe explicativo de los resultados obtenidos, así como la elaboración del propio perfil estratigráfico.

Para la elaboración de dicho informe es obligatorio tratar 5 aspectos fundamentales:

- Una enumeración ordenada de las capas en función de su resistencia y dureza.
- El espesor de cada capa.
- Tipos de grano de nieve que componen cada capa.
- Situación de las costras del rehielo y de la escarcha superficial.
- Una descripción del comportamiento de la temperatura.

Adjunto en el anexo X y XI se podrá visualizar un perfil estratigráfico completo, tanto en vacío como uno realizado.

6.6 Métodos de evaluación del peligro de Aludes.

Para llevar a cabo una evaluación sobre el peligro de aludes, hay que tener en cuenta que se va a tener que trabajar con 4 métodos que pueden ser complementarios entre sí, los cuales nos proporcionaran una visión global de la situación y por consiguiente como se encuentra el peligro de aludes. Estos 4 métodos característicos son:

- Formación y experiencia.
- Conocimiento de las condiciones meteorológicas.
- Tests de evaluación del manto

– Método 3x3.

En primer lugar se tratará de realizar los diversos test, que han sido mencionados anteriormente, para conocer la estabilidad del manto, que junto con la realización del perfil estratigráfico, proporcionará un estudio en profundidad sobre la situación del manto nivoso, con lo que a su vez, se podrá conseguir realizar una valoración y evaluación sobre los posibles riesgos de aludes.

El método de evaluación del riesgo 3x3, con éste se pretende realizar un estudio, basándose en tres factores, como son el terreno, el factor humano y las condiciones nivometeorológicas. Además, como se puede ver en el anexo XV, estos 3 factores se relacionan directamente con 3 niveles que hacen relación al espacio donde se quiere realizar el estudio. Los niveles regional, local y zonal, hacen referencia, a la zona donde se quiere llevar a cabo la actividad determinada. Así para poder realizar un buen análisis del método 3x3, se deberá seguir un orden lineal, es decir, realizar una primera evaluación sobre el nivel regional evaluando los 3 factores y decidir si las condiciones son aptas o no para la actividad, y en función de esa decisión proseguir con la evaluación hasta tomar una última decisión.

Estos dos métodos prácticos, juntos con la formación y el conocimiento, permitirá una evaluación amplia y adecuada de los riesgos.

7 ESTUDIO DE DATOS.

7.1 Datos Nivológicos.

En este apartado se va a realizar el estudio de los distintos datos nivológicos recogidos durante la última ventana invernal, es decir, durante los meses de noviembre de 2016 a marzo de 2017. Se han recogido datos relativos a la temperatura, intensidad y dirección del viento, cantidad y tipo de precipitación, cobertura del cielo y, finalmente, peligro de aludes.

Para la recopilación de datos se ha optado por recurrir a los boletines de peligro de aludes que difunde la organización Alurte, y así mismo a datos que personalmente la directora de este centro pudo proporcionar. Además, gracias a la aportación de los mandos de la unidad, también se pudo acceder a los datos de

una estación meteorológica, denominada “Davis Vantage Pro 2”¹², situada en el Albergue de Aysa, en el puerto de Somport¹³ a una altitud de 1640 metros.

La recopilación de los distintos datos se llevó a cabo diariamente utilizando los dos elementos mencionados anteriormente, es decir, tanto la estación meteorológica como los boletines de peligro de aludes. A través de los cuales se pudo realizar una comparativa entre los datos tomados por ambas estaciones y redactar la tabla de datos, que se adjunta en el anexo XIX.

La predicción del riesgo de aludes en el Valle del Aragón tiene como principal objetivo la elaboración del boletín de peligro de aludes. El BPA, publicado por Alurte, se trata de una herramienta de prevención del riesgo, donde se trata de exponer la situación tanto nivológica como la situación meteorológica del Valle del Aragón. En él, se informa del grado de peligro previsto en las 24 horas inmediatas a la fecha de la publicación, de la distribución y el estado del manto nivoso, además de la situación futurible en las próximas tanto 48 como 72 horas. También se incluye una predicción meteorológica, elaborada por la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, a corto y medio plazo.

Con respecto a la estación meteorológica situada en el puerto de Somport, cabe destacar su ubicación, la cual hay que tener en cuenta a la hora de realizar el estudio de los datos, ya que en su recogida, esta orientación de la estación puede influir en la toma de información.

Realizando un estudio general de los datos analizados, se pueden obtener varias conclusiones iniciales. Se ha tratado de un invierno donde la cantidad de precipitaciones han sido escasas, por lo que se puede hablar de un invierno seco. Además solo se han registrado 5 nevadas donde la cantidad de nieve caída haya sido superior a los 10 L/m², cantidad a partir de la cual se consideran nevadas grandes.

En primer lugar se presenta el análisis de las temperaturas. En la gráfica (Ilustración 2) donde se reflejan únicamente las temperaturas máximas y mínimas, se puede analizar el gradiente que sufrieron las temperaturas durante el invierno 2016/2017. Como se puede apreciar en la gráfica, no se trató de un invierno de condiciones extremas de frío, sino que fue invierno razonablemente estable exceptuando determinados picos de temperatura. A pesar de ello se puede

¹² Estación meteorológica que utiliza un sensor combinado para medir las precipitaciones con un pluviómetro y la velocidad y dirección del viento de forma muy precisa con un anemómetro.

¹³ Se encuentra en la N-330, atravesando el Pirineo y que sirve de nexo de unión entre España y Francia, más concretamente entre Jaca y Oloron St. Marie.

observar como hay ciertos picos en los que la temperatura mínima cae por debajo de la media, hecho que coincide los días en los que las precipitaciones fueron mayores, como se podrá ver en la gráfica que estudia las precipitaciones y su cantidad.

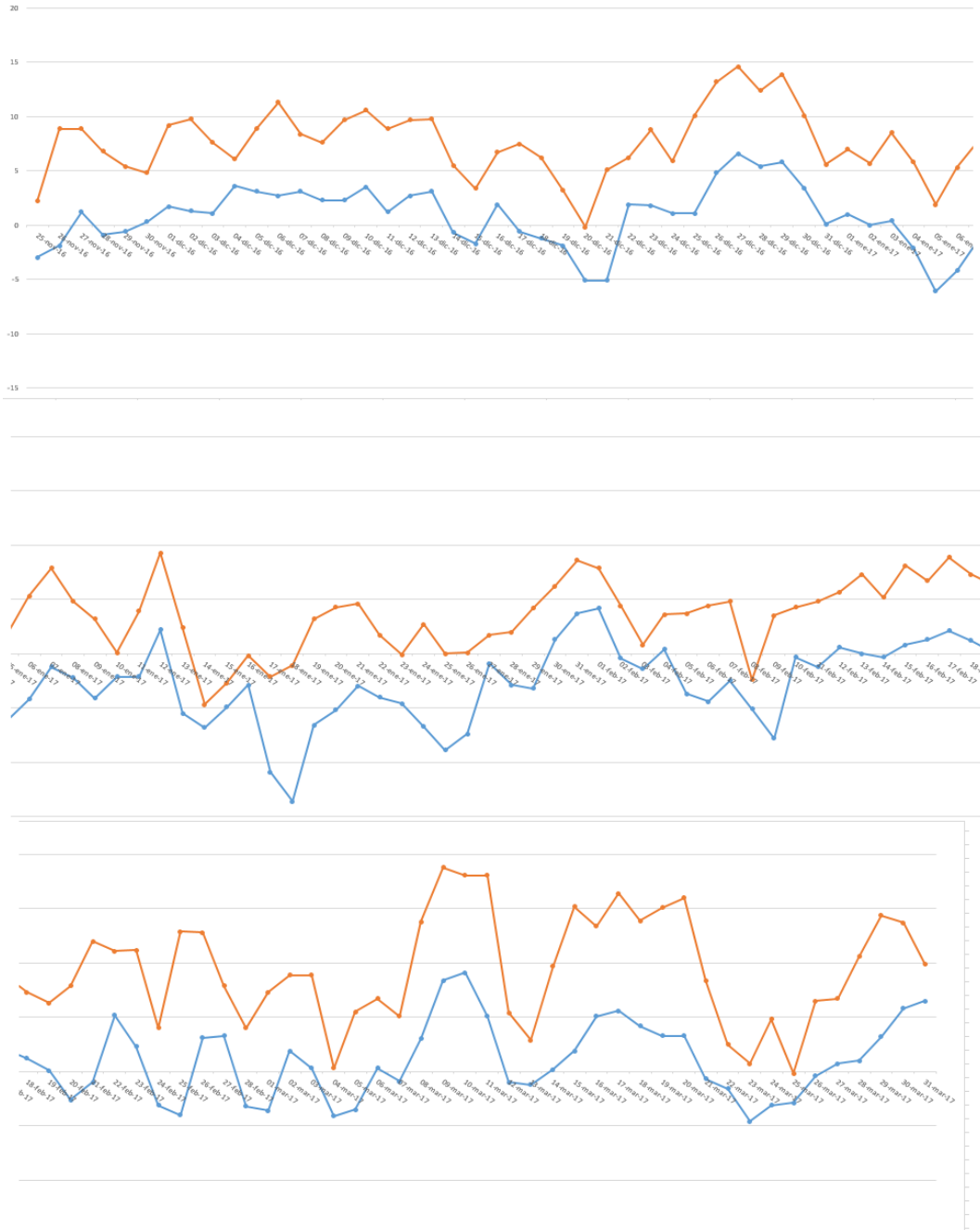


Ilustración 2: Evolución Diaria de las Temperaturas Máximas y Mínimas. Fuente: Elaboración propia.

Otro dato a tener en cuenta en un estudio de datos nivológicos es el viento, puesto que será uno de los factores que influyan en la aparición de posibles aludes. Para el estudio del viento, se han analizado dos factores, por un lado la dirección y por otro la intensidad.

Con respecto a la dirección del viento (Ilustración 5), la dirección que más se ha registrado durante todo el invierno ha sido NE. Hay que resaltar que el viento predominante en el Pirineo frecuenta ser dirección NW o WNW. Este hecho, como se ha mencionado anteriormente, se puede deber a la ubicación que tiene la estación meteorológica, ya que dicha situación ha podido influir en la medición de los datos y por consiguiente, en el resultado obtenido final tras el estudio de los mismos.

Respecto de la intensidad del viento, se ha registrado una intensidad media de 7,26 km/h durante el invierno, lo cual indica que la intensidad del viento no ha sido un factor determinante, en líneas generales, para el peligro aludes. Además comparando los datos de viento, con los recogidos al respecto de la temperatura y las precipitaciones, se observa como entre ambas no guardan relación directa. Exceptuando determinados días en los que las bajas temperaturas, junto con una intensidad del viento alta, provocaron el efecto Windchill¹⁴, haciendo que la sensación térmica disminuyera considerablemente.

Por otro lado, la dirección del viento sí tiene relación directa con el peligro de aludes. Realizando una comparativa entre los datos analizados del viento (Ilustración 3) junto con los que analizan los peligros de aludes (Ilustración 4), se observa como los días en los que la dirección del viento no estuvo definida, es decir, no hubo una dirección del viento dominante, el peligro de aludes sufrió un aumento para los días siguientes a estos mencionados.

14

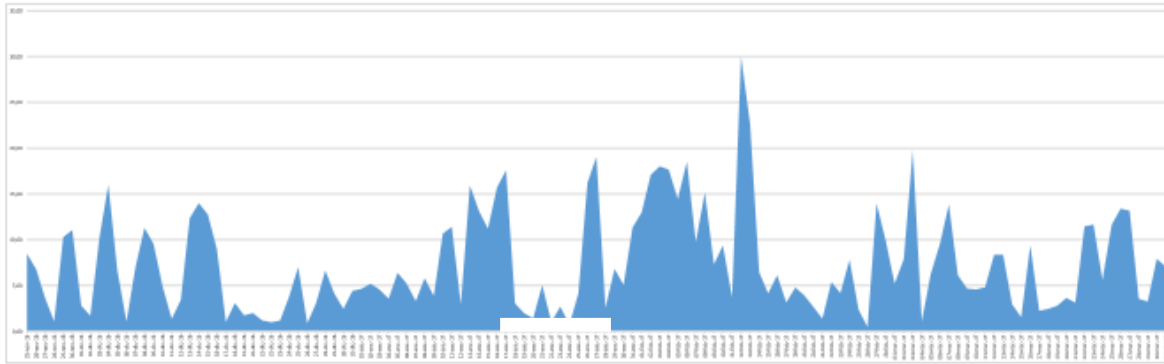


Ilustración 3. Evolución Diaria de la Intensidad del Viento. Fuente: Elaboración propia.

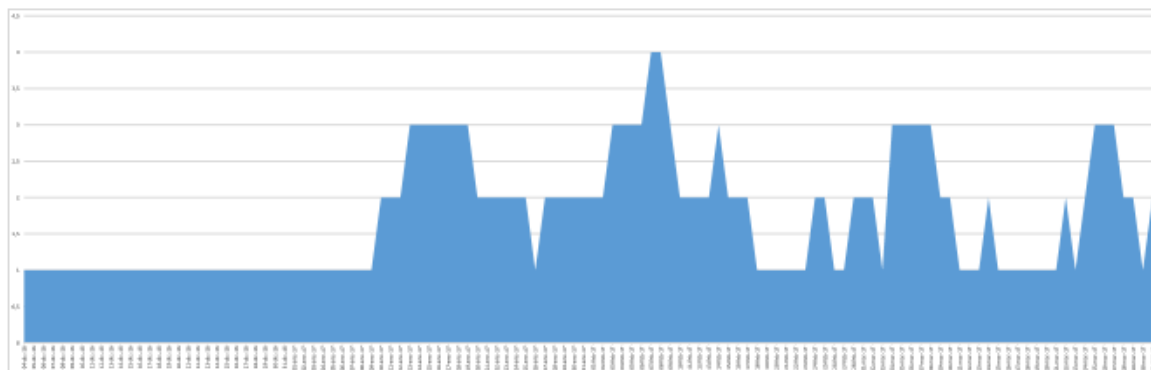


Ilustración 4. Evolución Diaria del Peligro de Aludes. Fuente: Elaboración propia.

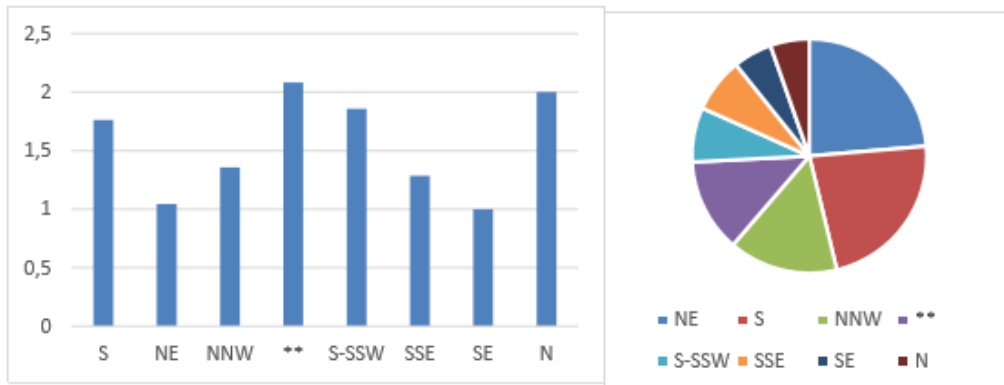


Ilustración 5. Peligro de Aludes frente a Dirección del Viento (Izquierda). Dirección del Viento en función de los días (Derecha). Fuente: Elaboración propia.

En referencia a la ilustración 5, se ha realizado una comparativa entre la dirección del viento y la media del peligro de aludes en relación a esos vientos. El resultado que cabe destacar y el más razonable se produce cuando se registraron vientos variables (**), ya que son los días en los que el peligro medio de aludes aumenta. Así los días que se registraron vientos dirección NE o SE el riesgo medio de aludes es el más bajo.

Finalmente, se ha realizado un estudio en el que se analiza la cantidad de precipitación recogida en la estación de Somport, realizando una comparación con el riesgo de aludes, con el objetivo de poder determinar cuáles han sido los días con mayor riesgo en función de las precipitaciones.

Como se puede analizar en la gráfica de precipitaciones (Ilustración 4) no se trató de un invierno donde se hayan registrado grandes precipitaciones, razón por que se puede asegurar que se trató de un invierno seco en términos generales, ya que tan sólo en cuatro días se superaron los 40mm de nieves caídos.

También es importante destacar el hecho de que la gran mayoría de los días no se registraron datos al respecto de las precipitaciones, lo cual permite justificar lo mencionado anteriormente al respecto de que se trató de un invierno seco.

Utilizando la gráfica de cobertura de nubes (Ilustración 8), se observa como los días en los que hubo mayor cantidad de precipitaciones concuerdan con los días en los que la cobertura de nubes era alta o media.

Además comparando tanto la gráfica de la cantidad de precipitación (Ilustración 6) con la gráfica de peligro de aludes (Ilustración 7), se puede ver como guardan una relación directa la precipitación con el riesgo, ya que aquellos días en los que se registraron gran cantidad de precipitación, los días posteriores a esa caída el riesgo de sufrir un alud también subo.

Por ello se puede afirmar que la precipitación está íntimamente ligado con el peligro de aludes, por lo que siempre será importante realizar análisis de las precipitaciones conjunto con el de peligro de riesgos.

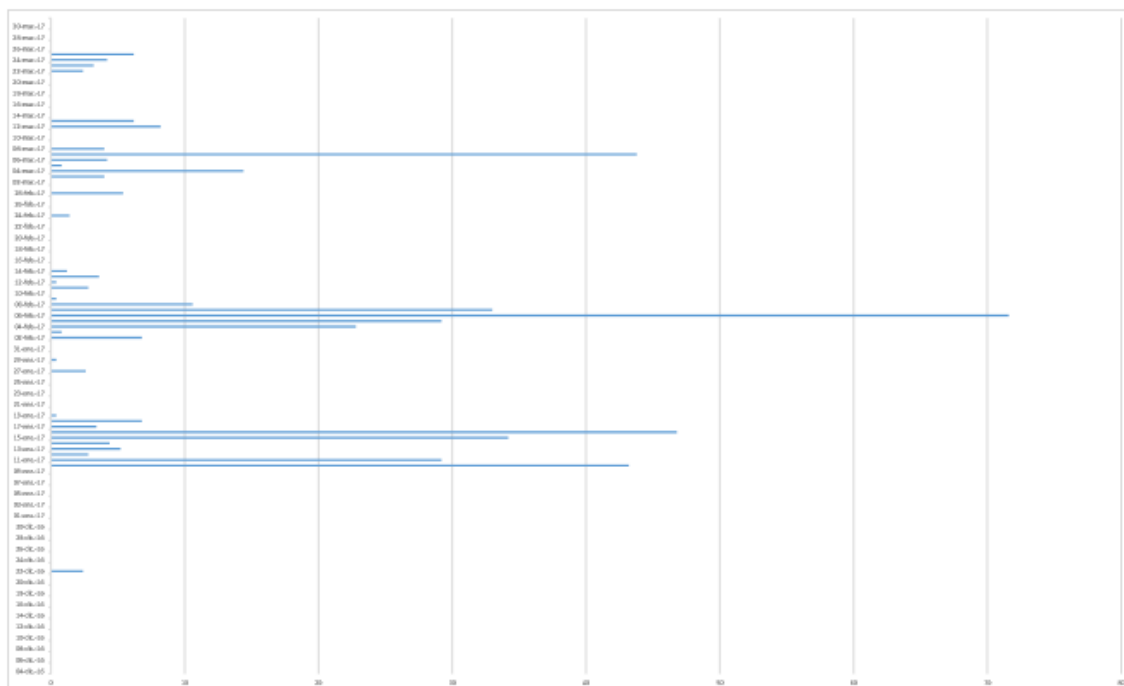


Ilustración 6. Evolución Diaria de la Cantidad de Precipitación. Fuente: Elaboración propia.

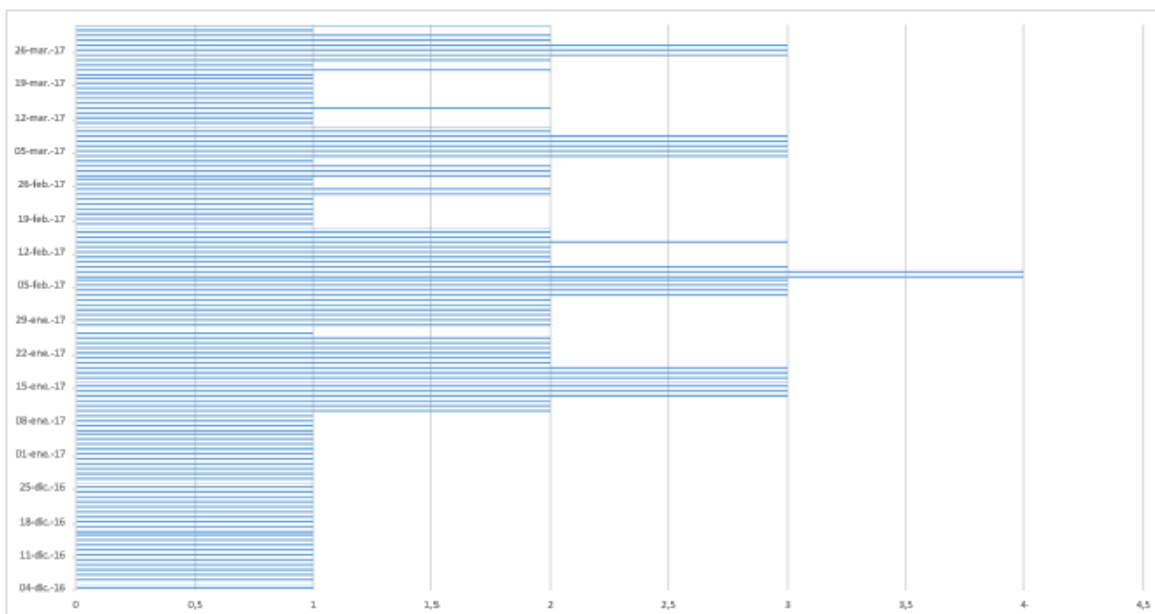


Ilustración 7. Evolución Diaria del Peligro de Aludes. Fuente: Elaboración propia.

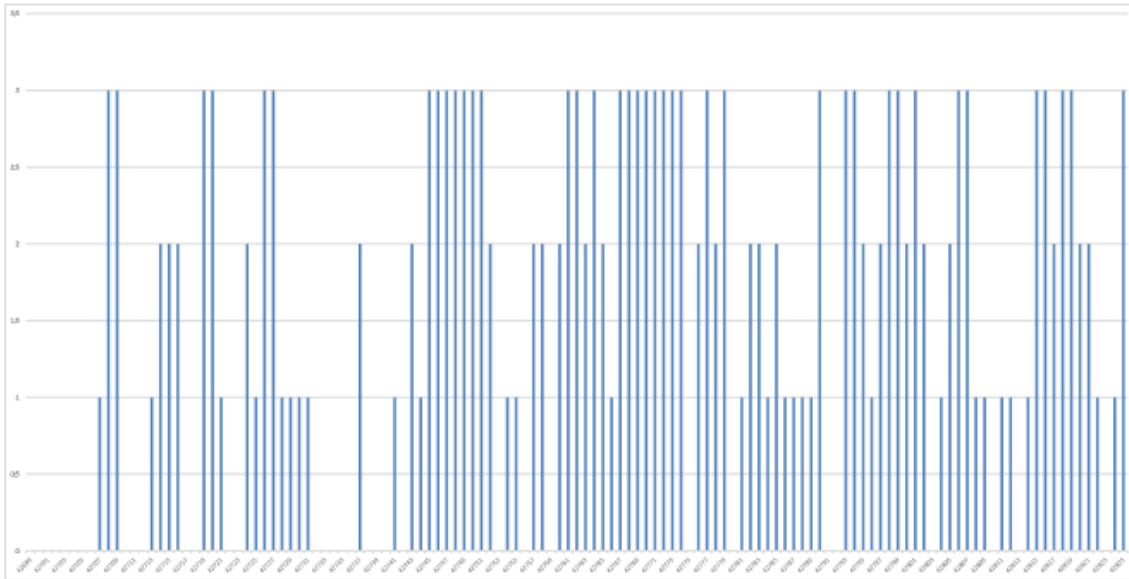


Ilustración 8. Evolución Diaria de la Cobertura de Nubes. Fuente: Elaboración propia. [Siendo 0 cuando la de las nubes en nula, 1 cuando es baja, 2 cuando es media y 3 cuando es alta]

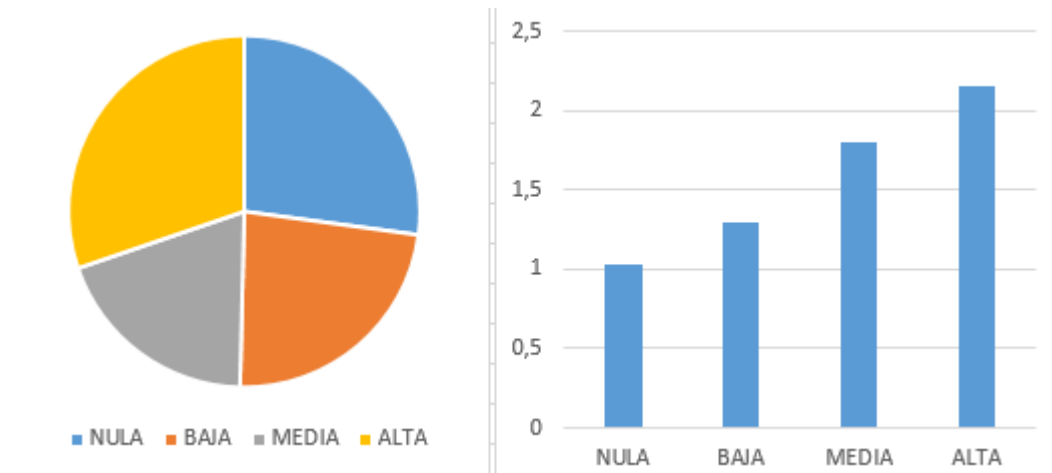


Ilustración 9. Cobertura de Nubes en función de los días (Izquierda). Peligro de Aludes frente Cobertura de Nubes (Derecha). Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la ilustración 9, se trata de una comparación entre el peligro medio de aludes con la cobertura de las nubes diarias, datos tomados de la tabla en el anexo XIII. Como se observa en dicha ilustración, junto con las gráficas de cobertura de nubes (Ilustración 8) y de peligro de aludes (Ilustración 7), la media de peligro de aludes mayor se corresponde cuando la cobertura de nubes es alta, hecho que coincide con lo mencionado anteriormente al respecto de esas dos gráficas previas. Del mismo modo, los días en los que se registró un cielo claro, el peligro medio de aludes se reduce a un peligro 1, siendo el menor de los recopilados.

7.2 Datos de la Encuesta

La encuesta ha sido realizada, como se ha explicado anteriormente, a los distintos cuadros de mando diplomados destinados en el Bon "Pirineos I/64". El objetivo de la encuesta era conocer el nivel de formación y conocimiento que poseen dichos mandos al respecto de la nivología y más concretamente a todo lo relacionado con los aludes, tratando de evaluar sus conocimientos sobre la generación y su opinión sobre uno de los factores más relevantes en la generación de los mismos, que como ya se explicó con el triángulo de aludes, sería el factor humano.

Los resultados de la encuesta se adjuntan en el anexo III.

Las primeras 3 preguntas son preguntas de control para conocer la situación y experiencia del personal tanto dentro del Ejército como dentro de las unidades de montaña. Así pues se observa como la mayor parte del personal al que se ha realizado la encuesta han sido tenientes, los cuales tienen menos años de experiencia que los capitanes y sargentos encuestados pero el hecho de que todos estén diplomados proporciona mayor experiencia y conocimientos teóricos al respecto del tema.

La segunda parte de la encuesta se puede subdividir en dos partes diferenciadas. En primer lugar, son preguntas relacionadas directamente con los aludes y sus riesgos, además de una pregunta de control sobre su conocimiento al saber interpretar o no los partes nivológicos. Los resultados obtenidos a estas tres preguntas permiten afirmar que el personal conoce cuales son los riesgos de los aludes y como se generan, por tanto se podría afirmar que son consciente del riesgo y el peligro que puede llegar a provocar una avalancha y por tanto que dicha información será transmitida a su tropa con el fin de que antes de iniciar cualquier actividad, todo el personal implicado sepa a qué se puede enfrentar y que riesgos pueden tener.

Por otra parte se han realizado dos preguntas con el objetivo de conocer la opinión personal de estos mandos en relación al factor humano en la aparición de aludes. Se trata de valorar su opinión al respecto de la importancia del factor humano en la generación de aludes por delante de las condiciones del terreno y de las condiciones meteorológicas.

Con respecto a las pregunta número 7, en que se cuestiona la importancia, la respuesta más común ha sido [4], entendiendo este número como que el factor humano o grupo tiene bastante importancia en la generación y en el peligro de aludes. En la última pregunta se pregunta sobre en qué medida se podría llegar a evitar el riesgo del factor humano en los aludes. Al igual que en la pregunta

anterior la respuesta con mayor frecuencia ha sido [4], es decir, en su opinión el riesgo debido al factor humano puede ser evitable en bastantes ocasiones, por tanto debe ser responsabilidad del mando que este hecho se lleve a cabo. En esta última pregunta, vemos como 2 mandos respondieron que el riesgo no es tan fácilmente evitable, cabría preguntarse en que han basado esas respuestas, puesto que dista mucho del resto de respuestas.

8 CONCLUSIONES.

Los aludes son unos de los riesgos naturales más importantes que podemos padecer en la montaña y en España, la zona del Pirineo es donde se registran más datos y casos de avalanchas. Por este motivo es importante realizar análisis de datos nivológicos de las zonas en las que se quiere realizar actividades de montaña en su época invernal.

A raíz del análisis de los resultados obtenidos en las encuestas, se puede concluir que los distintos mandos, tanto oficiales como suboficiales, están capacitados y tienen los conocimientos necesarios para poder evitar el riesgo que supone el factor humano así como para actuar en caso de sufrir uno.

Los datos nivológicos y su estudio, a pesar de ser la base a partir de la cual se elaboran los boletines de peligro de aludes y los partes nivológicos, no es lo único necesario para elaborar los mapas cartográficos que sirvan de referencia para establecer las zonas de peligro. Además este tipo de estudio encuentra una gran dificultad en su elaboración debido a la falta de estaciones meteorológicas u organizaciones que recopilen estos datos en la zona del Valle del Aragón y en el Pirineo Aragonés en general, así como de la incertidumbre que supone el estudio de la meteorología.

Así mismo, la recogida y estudio de este tipo de datos resulta compleja debido al hecho, de que en la actualidad, no se dispone de todos los medios necesarios para la realización de estas labores. A pesar de que se están desarrollando organizaciones centradas en este objetivo, como Alurte, sigue habiendo un déficit de personal y medios eficaces para ello.

9 LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS.

Como ya se ha mencionado, la memoria pretende establecer unas bases de un estudio de datos nivológicos con el fin de que a través de más estudios

similares en inviernos posteriores e incluso, de ventanas invernales anteriores, se pueda llegar a conseguir la elaboración de un proyecto donde se contemple la realización de mapas cartográficos de esta zona del Pirineo Aragonés estudiada, con el fin de llegar a facilitar a la unidad a realizar su fase de planeamiento de las actividades de instrucción y adiestramiento.

El objetivo principal a cumplir sería la elaboración de una cartografía de zonas probables de aludes del Valle del Aragón, incluyendo en dicha cartografía no solo las zonas donde se tenga registrado el peligro de aludes y avalanchas ocurridas sino que incluya aquellas que en función de los factores pueda verse afectada en algún momento.

Como ejemplo de este trabajo a realizar se puede utilizar el manual [1] de la bibliografía donde se puede ver un estudio de zonas probables de aludes de 3 valles también pertenecientes al Pirineo Aragonés.

Por otro lado, otra línea de acción a plantear sería la implementación de una nueva zona de acción, con su estudio de peligro de aludes incluidos, con el objetivo de instruir al personal en otras zonas y condiciones distintas a las del Pirineo Aragonés.

En esta memoria se va a proponer la adopción como nueva zona habitual de actuación el Macizo del Peñalara, en la sierra de Guadarrama. Para ello se adjunta en la bibliografía el manual [3] donde se realiza un estudio de los aludes en esta zona montañosa.

10 FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA.

10.1 Bibliografía.

1. Andrés, A. Julián. Peña Monné, J.L. Chueca Cía, J. Zabalza Martínez, J. Lapeña Laiglesia, A. López Moreno, I. "Cartografía zonas probables de Aludes en el Pirineo Aragonés: metodología y resultados". Departamento de Geografía y Ordenación del territorio, Universidad de Zaragoza.
2. Delegaciones Territoriales de Aragón y Cataluña (2015). "La guía de Aludes". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología.
3. Fernández-Cañadas López-Pélaez, Juan Antonio (2014). "Los Aludes en el Macizo de Peñalara". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología.
4. García, Carles. Moner, Iván. Martí, Gloria. Bacardit, Montse. Gavalda, Jordi. Oller, Pere. Carola, Francesc. Orgué, Sara. "Seguridad en terreno de Aludes, nivel 1". Asociación para el Conocimiento de la Nieve y los Aludes (ACNA).
5. García, C. Vilar, F. (2006). "La montaña. Manual de meteorología". Alpina. Barcelona.
6. MADOC (2012). *PD4-902. "Vida y Movimiento en montaña y zonas de clima frío" (Borrador)*. Mando de Adiestramiento y Doctrina. Granada.
7. MADOC (2016). "Programa de instrucción de actividad formativa de I/A del ET "Montaña Básico". Mando de Adiestramiento y Doctrina. Granada.
8. MADOC (2016). "Programa de instrucción de actividad formativa de I/A del ET "Montaña Avanzado". Mando de Adiestramiento y Doctrina. Granada.
9. MADOC (2016). "Programa de instrucción de actividad formativa de I/A del ET "Montaña Elemental". Mando de Adiestramiento y Doctrina. Granada.
10. Martín, Ramón. Viñuales, Eduardo. Añó, Antoni. Barbadillo, Francisco Javier. (2009). "Todo el Pirineo". Grupo Anaya, Madrid.
11. Munter, W. (2007). "3x3 Avalanchas. La gestión del riesgo en los deportes de invierno". Ediciones desnivel. Madrid.
12. Sanz, Gerardo. Rodríguez, Javier. Pascual, Ramón. Pantoja, Luis. Fernández-Cañadas, Juan Antonio. Miquel, Esther. García-Cabarga, José Antonio. (2013). "Guía para la Observación Nivometeorológica". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología.
13. Tremper, Bruce (2012). "Como sobrevivir en terreno de avalanchas". Editorial Mountaineers.

10.2 Internet.

- Instituto de Historia y Cultura Militar. Consultado en: <http://www.ejercito.mde.es/unidades/Madrid/ihycm/Historial/index.html>
- Regimiento de Cazadores de Montaña “Galicia 64”. Consultado en: http://www.ejercito.mde.es/unidades/Huesca/rczm_galicia64/Historial/index.html_1910061518.html
- Información del Valle del Aragón. Consultado en: <https://www.turismodearagon.com/es/ubicacion/zona-turistica/valle-del-aragon-y-jaca.html#.Wd8-Z2i0PIU>
- Alurte. Consultado en: <http://www.alurte.es/>
- AEMET. Consultado en: <http://www.aemet.es/es/portada>
- Referencia Análisis DAFO. Consultado en: <http://dafo.ipyme.org/Paginas/Home.aspx>

11 ANEXO I.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.
- BPA: Boletín de Peligro de Aludes.
- BCMZ: Batallón de Cazadores de Montaña.
- BON: Batallón.
- CIA: Compañía.
- CUD: Centro Universitario de la Defensa.
- DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.
- DIDOM: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales.
- E: Dirección Este del viento.
- ET: Ejército de Tierra.
- FAS: Fuerzas Armadas.
- I/A: Instrucción y Adiestramiento.
- IHCM: Instituto de historia y cultura militar.
- N: Dirección Norte del viento.
- NE: Dirección Noreste del viento
- NW: Dirección Noroeste del viento.
- S: Dirección Sur del viento.
- SE: Dirección Sureste del viento.
- SW: Dirección Suroeste del viento.
- PLMM: Plana Mayor de Mando.
- RCZM: Regimiento de Cazadores de Montaña.
- W: Dirección Oeste del viento.
- WNW: Dirección Oeste-Noroeste del viento.

12 ANEXO II.

CARTOGRAFÍA DEL VALLE DEL ARAGÓN

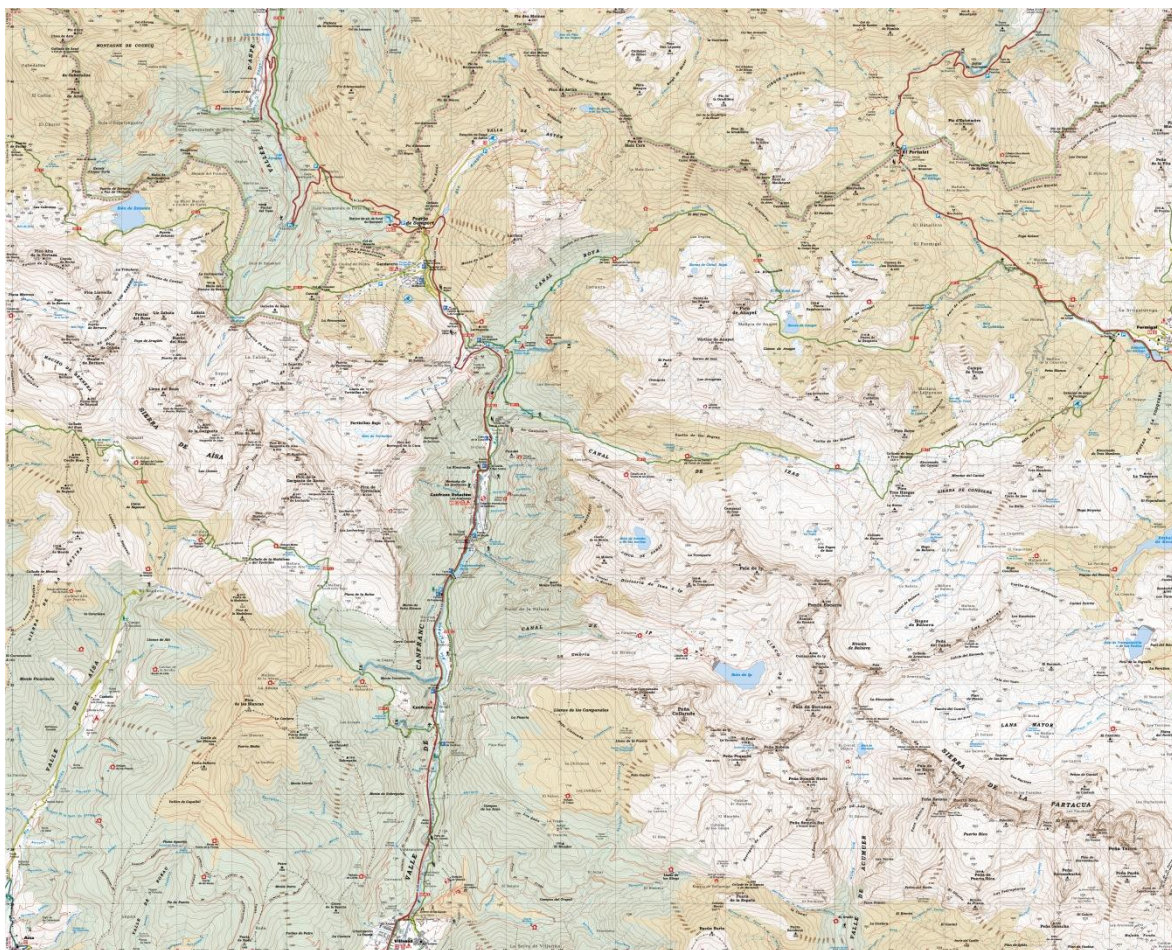


Ilustración 10. Fuente: Guía Alpina Valle del Aragón.

ESCUDO DE ARMAS DEL REGIMIENTO “GALICIA 64”

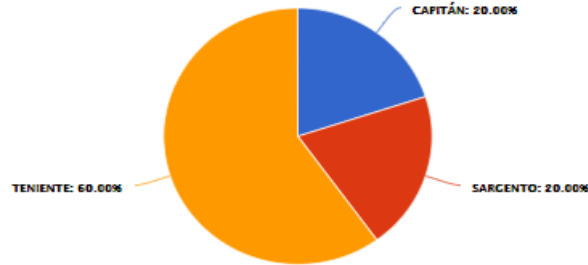


Ilustración 11. Fuente: Página web Regimiento de Infantería "Galicia 64" de Cazadores de Montaña.

13 ANEXO III.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

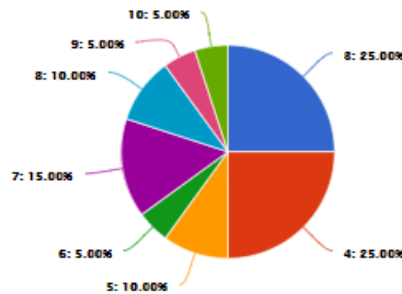
1 - ¿Cuál es su empleo?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
CAPITÁN	20.00%	4
SARGENTO	20.00%	4
TENIENTE	60.00%	12
Total de respuestas		20

Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	0.00
Promedio	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0.00
Máximo	0.00

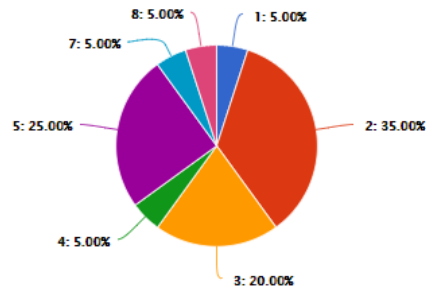
2 - ¿Cuántos años lleva en el Ejército?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
3	25.00%	5
4	25.00%	5
5	10.00%	2
6	5.00%	1
7	15.00%	3
8	10.00%	2
9	5.00%	1
10	5.00%	1
Total de respuestas		20

Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	107.00
Promedio	5.35
Desviación estándar	2.17
Mínimo	3.00
Máximo	10.00

3 - ¿Cuánto tiempo lleva destinado en una Unidad de montaña?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
1	5.00%	1
2	35.00%	7
3	20.00%	4
4	5.00%	1
5	25.00%	5
7	5.00%	1
8	5.00%	1
Total de respuestas		20

Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	71.00
Promedio	3.55
Desviación estándar	1.83
Mínimo	1.00
Máximo	8.00

4 - ¿Sabe que es un alud y como se generan?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
SI	100.00%	20
NO	0.00%	0
Total de respuestas		20

Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	0.00
Promedio	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0.00
Máximo	0.00

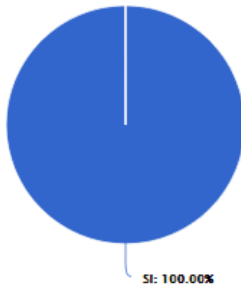
5 - ¿Sabría interpretar y entender un parte nivológico?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
SI	100.00%	20
NO	0.00%	0
Total de respuestas		20

Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	0.00
Promedio	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0.00
Máximo	0.00

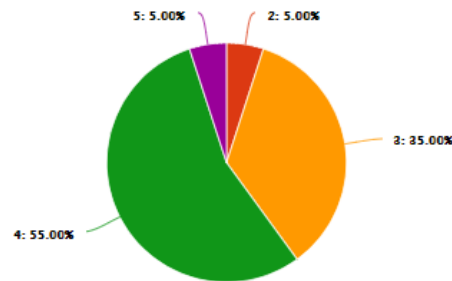
6 - ¿Conoce cuáles son los riesgos que provocan los aludes?



Respuesta	Porcentaje	Cantidad
SI	100.00%	20
NO	0.00%	0
Total de respuestas		20

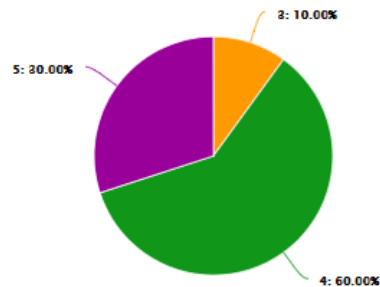
Estadísticas	
Total de participantes	20
Suma	0.00
Promedio	0.00
Desviación estándar	0.00
Mínimo	0.00
Máximo	0.00

7 - ¿Cómo de importante cree que es el factor humano en la generación de aludes?
(1 MUY POCO IMPORTANTE, 5 MUY IMPORTANTE)



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas	
1	0.00%	0	Total de participantes	20
2	5.00%	1	Suma	72.00
3	35.00%	7	Promedio	3.60
4	55.00%	11	Desviación estándar	0.66
5	5.00%	1	Mínimo	2.00
Total de respuestas		20	Máximo	5.00

8 - ¿En qué medida cree que se puede evitar el factor humano en la generación de aludes? (1 NUNCA, 5 SIEMPRE)



Respuesta	Porcentaje	Cantidad	Estadísticas	
1	0.00%	0	Total de participantes	20
2	0.00%	0	Suma	84.00
3	10.00%	2	Promedio	4.20
4	60.00%	12	Desviación estándar	0.60
5	30.00%	6	Mínimo	3.00
Total de respuestas		20	Máximo	5.00

14 ANEXO IV.

ESCALA EUROPEA DE RIESGO DE ALUDES






Nivel de peligro	Icono	Estabilidad del manto nivoso	Probabilidad de desencadenamiento de aludes
5. MUY FUERTE		El manto nivoso es, en general, muy inestable.	Son esperables numerosos aludes grandes, en algunos casos muy grandes, desencadenados espontáneamente, incluso en laderas sólo moderadamente inclinadas.
4. FUERTE		El manto nivoso está débilmente estabilizado en la mayoría de laderas empinadas (*).	Es probable el desencadenamiento de aludes, incluso debido a sobrecargas débiles (**), en muchas laderas empinadas (*). En algunos casos, son esperables numerosos aludes de tamaño medio, y frecuentemente grande, desencadenados espontáneamente.
3. NOTABLE		El manto nivoso está entre moderada y débilmente estabilizado en numerosas laderas empinadas (*).	Es posible el desencadenamiento de aludes, incluso debido a sobrecargas débiles (**), especialmente en las laderas empinadas cuyas características se describen en el boletín. En algunos casos, son posibles aludes de dimensiones medias y a veces grandes, desencadenados espontáneamente.
2. LIMITADO		El manto nivoso está en algunas laderas empinadas solo moderadamente estabilizado (*); en el resto, está, en general, bien estabilizado.	Es posible el desencadenamiento de aludes, sobre todo por sobrecargas fuertes, especialmente en aquellas laderas empinadas cuyas características se describen en el boletín. No se esperan aludes grandes desencadenados espontáneamente.
1. DÉBIL		El manto nivoso está, en general, bien estabilizado.	En general, sólo es posible desencadenar aludes en laderas muy inclinadas o en terreno especialmente desfavorable (*) y a causa de sobrecargas fuertes (**). Espontáneamente sólo pueden desencadenarse coladas o aludes pequeños.

Tabla 4. Fuente: Guía para la Observación Nivometeorológica.

15 ANEXO V.

TRIÁNGULO DE ALUDES



Ilustración 12. Fuente: Seguridad en el Terreno de Aludes. Nivel 1.

16 ANEXO VI.

CLASIFICACIÓN DE ALUDES

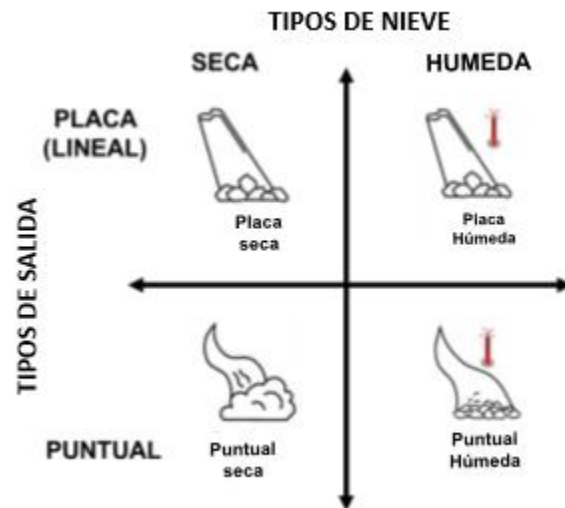


Tabla 5. Fuente: Seguridad en el Terreno de Aludes. Nivel 1.

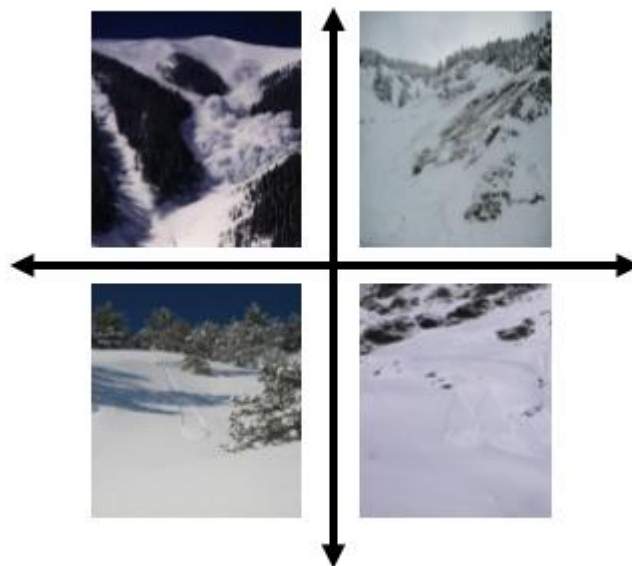


Ilustración 13. Fuente: Seguridad en el Terreno de Aludes. Nivel 1.

17 ANEXO VII.

TAMAÑO DE LOS ALUDES

Tamaño	Nombre	Clasificación según la zona de llegada	Clasificación según el daño potencial	Clasificación cuantitativa
Tamaño 1	Purga o colada	Acumulación de nieve sin peligro de enterrar pero con peligro de caída.	Relativamente inofensivo para las personas.	Longitud < 50m, Volumen < 100m³
Tamaño 2	Alud pequeño	El alud se para en la pendiente.	Puede enterrar, herir o matar a una persona.	Longitud < 100m, Volumen < 1.000m³
Tamaño 3	Alud mediano	El alud alcanza el final de la pendiente.	Puede enterrar o destruir un coche, causar daños a un camión, destruir un edificio pequeño o romper un número pequeño de árboles.	Longitud < 1.000m, Volumen < 10.000m³
Tamaño 4	Alud grande	El alud atraviesa zonas planas (considerablemente por debajo de 30 °) una distancia > 50m y puede llegar al fondo de valle.	Puede enterrar y destruir un vagón de tren, un camión grande, varios edificios o una parte de bosque.	Longitud ~ 1-2Km, Volumen < 100.000m³
Tamaño 5	Alud muy grande	Llega al fondo de valle. Alud más grande conocido.	Puede modificar el paisaje. Posibilidad de daños desastrosos.	Longitud ~ 3Km, Volumen > 100.000m³

Fig. 40 Clasificación del tamaño de un alud.

Tabla 6. Fuente: Guía para la Observación Nivometeorológica.

18 ANEXO VIII.

ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE PELIGRO DE ALUDES

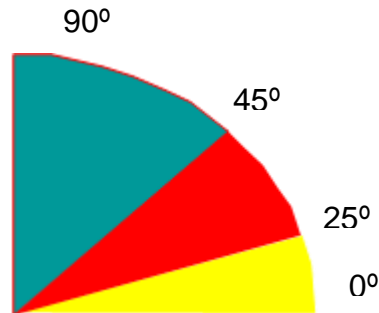


Ilustración 14. Fuente: Presentación PowerPoint del Capitán Carlos García Galindo.

FUERZAS QUE AFECTAN AL MANTO NIVOSO

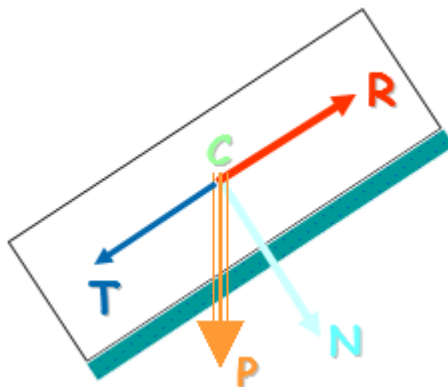


Ilustración 15. Fuente: Presentación PowerPoint del Capitán Carlos García Galindo.

T: Resultante fuerzas de caída del manto.

R: Resultante fuerzas que oponen a T (rozamiento, cohesión, etc.)

C: Partícula nieve.

N: componente perpendicular a la pendiente.

$T \leq R$: el manto está estable.

$T > R$: el manto no está estable.¹⁵

¹⁵ Esta información ha sido obtenida a través de presentaciones y documentos elaborados por el Capitán Carlos García Galindo, destinado en el Batallón "Pirineos I/64" de Cazadores de Montaña.

19 ANEXO IX.

ESTABILIDAD DEL MANTO

Test Estabilidad	Rutschblock RB	Compresión CT	Stufblock SB	Pala ST
Más inestable	$RB \leq 3$	$CT \leq 12$	$SB \leq 20$	$ST \leq E$
Marginalmente estable	RB4-5	CT13-24	SB 30-40	STM - H
Más estable	RB6-7	$CT \geq 25$	$SB \geq 50$	$ST \geq H$

Fig. 44 Tabla simplificada de correlación entre test de estabilidad del manto nivoso (Moore, 2006)

- **Inestable** indica que en laderas similares a la ladera testada (incluyendo orientación y pendiente) es probable que un esquiador pueda desencadenar un alud. Mejor pasar por ese tipo de laderas en otra ocasión o en otra zona.
- **Marginalmente estable** indica condiciones poco claras (es posible que los esquiadores desencadenen aludes al esquiarse sobre laderas similares y se aconseja recabar más información sobre la estabilidad del manto; se recomienda ser conservador en la elección de la ruta).
- **Más estable** indica un potencial de desencadenamiento de aludes bajo (no insignificante) en laderas similares a la ladera testada.

Tabla 7. Fuente: Guía para la Observación Nivometeorológica.

20 ANEXO X.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TEMPERATURA DE LA NIEVE		H	F ₁	F ₂	D ₅₀	d	U	Den	CAL	H altura en cm
H (cm)	°C	cm	clase I	clase II	clase III	clase IV	clase V	kg/m ³	%	
Escribir sobre las líneas punteadas										<p>Para la temperatura, indica el nivel donde se ha realizado la medida.</p> <p>Para la estratigrafía, indica los niveles que limitan cada estrato.</p> <p>F Tipo de granos o cristales</p> <p>1 + Nieve reciente</p> <p>2 / Partículas reconocibles</p> <p>3 • Granos finos</p> <p>4 □ Caras planas</p> <p>5 △ Cubiletes</p> <p>6 ○ Granos redondos</p> <p>7 ■ Costras - Capas de hielo</p> <p>8 √ Escarcha</p> <p>9 ⌘ Nieve granulada</p> <p>D₅₀ Diámetro de los granos o cristales de nieve</p> <p>Expresado en décimas de mm</p> <p>0.5 mm se cifra 05</p> <p>d Dureza</p> <p>1 Puño: Muy blanda (F) ()</p> <p>2 4 dedos: Blanda (4F) (/)</p> <p>3 1 dedo: Media (1F) (X)</p> <p>4 1 lápiz: Dura (P) (/)</p> <p>5 Cuchillo: Muy dura (K) (X)</p> <p>6 Imposible: Hielo (I) (■)</p> <p>U Humedad de la nieve</p> <p>1 Seca (Dry) (D) ()</p> <p>(T ≤ -1°C ó bolas imposibles)</p> <p>2 Poco húmeda (Mist) (M) ()</p> <p>(hace bola, T > -1 °C)</p> <p>3 Húmeda (Wet) (W) ()</p> <p>(moja el guante)</p> <p>4 Mojada (Very wet) (V) ()</p> <p>(escurre agua al apretar)</p> <p>5 Muy mojada (Soaked) (S) ()</p> <p>(agua + nieve)</p> <p>Den Densidad</p> <p>Densidad en kg/m³</p> <p>Con tubo de muestreo de 0,5 l:</p> <p>Den = 2 x (peso nieve en gramos)</p> <p>CAL</p> <p>Contenido en agua líquida</p> <p>(% en volumen)</p>

Ilustración 16. Fuente: Guía para la Observación Nivometeorológica.

21 ANEXO XI.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO COMPLETO

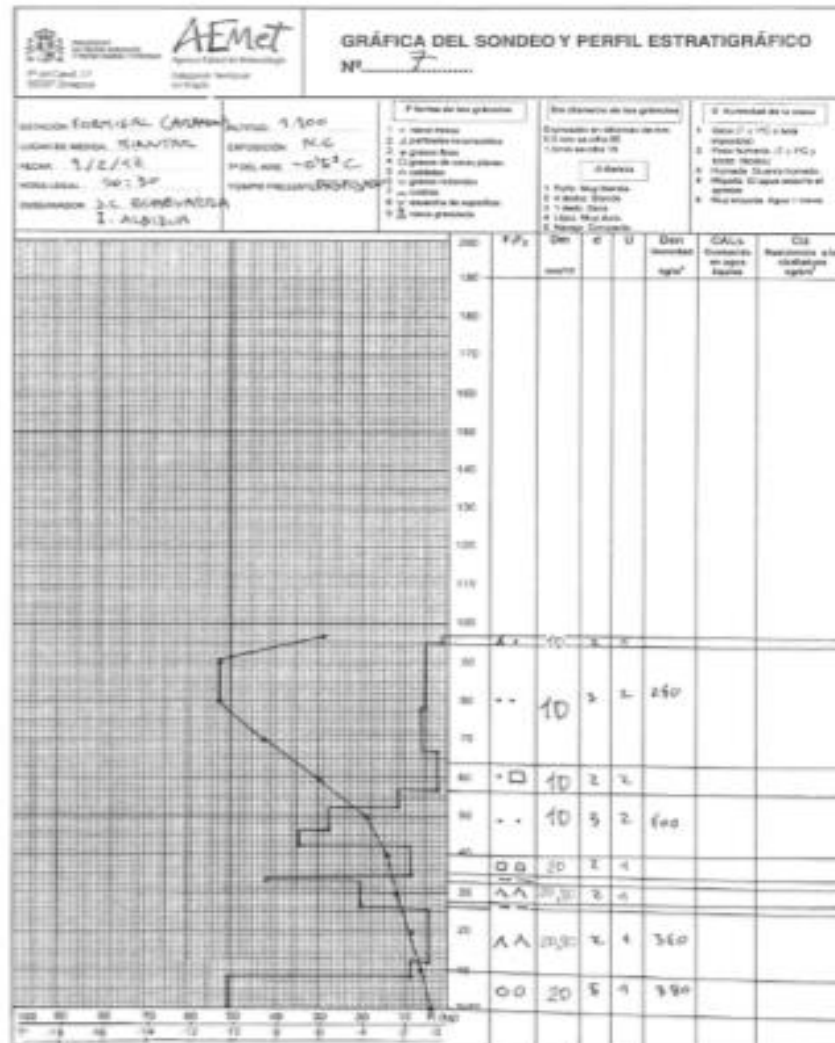


Ilustración 17. Fuente: Guía para la Observación Nivometeorológica.

22 ANEXO XII.

MÉTODO 3X3

Escala	Condiciones tiempo y nieve	Terreno	Factor humano
1.Filtro regional planificación del itinerario. Itinerario con alternativas y horarios. Que itinerarios son posibles?	-BPA -Predicción meteorológica -Información existente en Internet (contrastada) -Información adicional: del guarda del refugio, Locales, etc	-Mapa 1:25.000 -Mapa con itinerarios de esquí -Guías -Fotos -Conocimiento de la zona -Itinerarios y variantes -Pendiente, exposición y altitud de los pasos clave -Horarios -Otros peligros. Documentación	-Quien participara? -Tamaño del grupo -Técnica y forma física -Equipamiento -Responsabilidad
2.Filtro local evaluación del peligro local Selección de ruta y alternativas "Hay algo inesperado?"	-Precipitación, grosor de la nieve reciente crítico -Señales de alarma -Viento, transporte de nieve por el viento. Acumulaciones de nieve venteadas -Temperatura del aire -Visibilidad -Nebulosidad -Tendencia del tiempo	-Es mi percepción correcta? -Itinerario escogido -Existencia de huellas -Pendiente -Orientación -Qué hay por arriba y por debajo? -Cerca de la cresta? -Topografía/relieve -Bosque	-Quien forma mi grupo? -Comprobación de equipamiento y DVA. -Quien más está haciendo actividad? -Comprobación frecuente de las condiciones físicas de los miembros del grupo y los horarios.
3.Filtro zonal Evaluar vertientes específicas, pasajes clave Selección de la ruta Medidas de seguridad, media vuelta "Pasar o no pasar"	-Grosor de nieve reciente crítico -Calidad de la nieve -Acumulaciones recientes de nieve transportada por el viento -Radiación, temperatura -Visibilidad -Frecuencia y exposición de actividad previa de esquí	-Pendiente, forma, localización (por ejemplo, distancia a la cresta), tamaño de la pendiente -Afloramientos de roca -Tamaño probable del alud, consecuencias? -Qué hay por arriba y por debajo mío? -Parte más inclinada de la vertiente -Altitud y orientación -Peligro de caída o enterramiento -Puntos seguros -Posible media vuelta	-Tamaño del grupo -Estado físico y mental -Disciplina -Habilidad técnica -Conducta y disciplina -Táctica de paso -Liderazgo -Dudas?

Tabla 8. Fuente: Seguridad en el Terreno de Aludes. Nivel 1 (Adoptado de Munter, 2007).

23 ANEXO XIII

BOLETÍN DE PELIGRO DE ALUDES

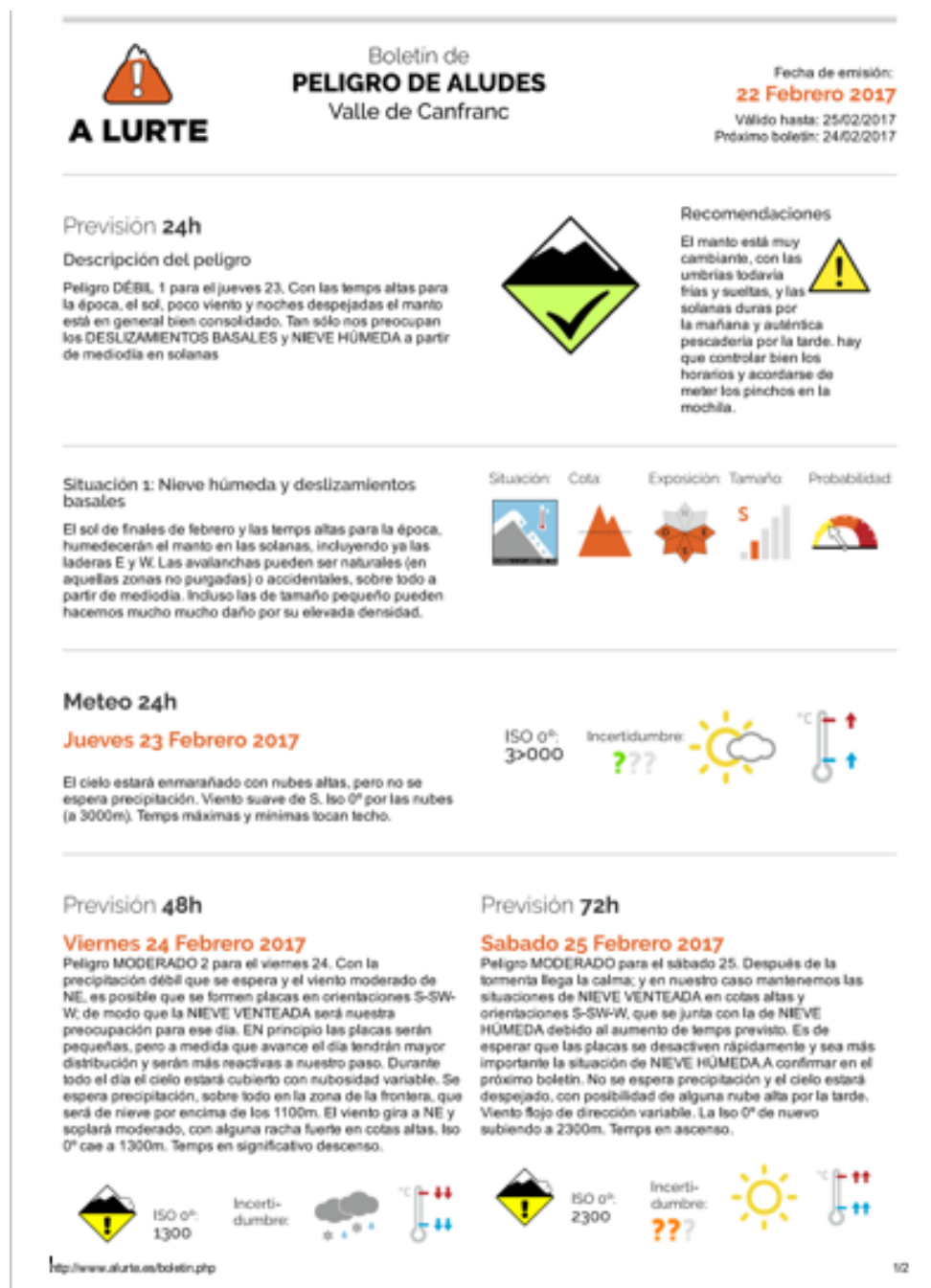


Ilustración 18. Boletín de Peligro de Aludes. Parte 1. Fuente: Alurte.

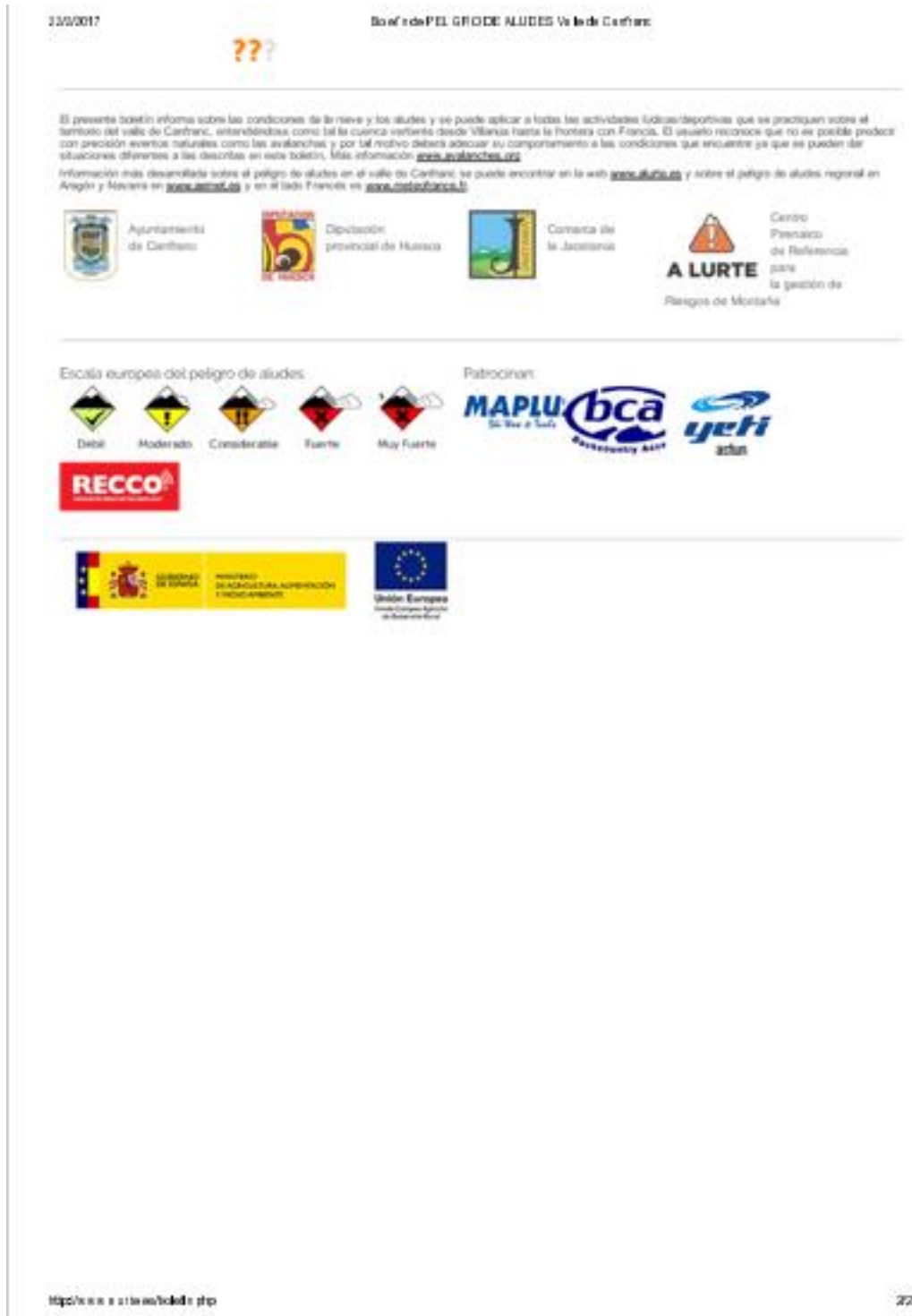


Ilustración 19. Boletín de Peligro de Aludes. Parte 2. Fuente: Alurte.

24 ANEXO XIV

DATOS NIVOLÓGICOS

	25-nov-16	26-nov-16	27-nov-16	28-nov-16	29-nov-16	30-nov-16	01-dic-16	02-dic-16	03-dic-16
Tª MIN	-3	-1.9	1.2	-0.9	-0.6	0.3	1.7	1.3	1.1
Tª MAX	2.2	8.9	8.9	6.8	5.4	4.8	9.2	9.8	7.6
PRECIPITACIÓN	0	4.8	0	0	0	0	0	0	0
TIPO DE PRECIPITACIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIRECCIÓN DOMINANTE VIENTOS	S-SSE	SE	NE	NE	SE	S	NE	NE	SSE
INTENSIDAD MEDIA VIENTOS	8.45	6.79	3.64	1.08	10.3	11.06	2.81	1.71	10.19
COBERTURA NUBES									BAJA
PELIGRO DE ALUDES									NO HAY PELIGRO

** VIENTO MUY VARIABLE									
26-dic-16	27-dic-16	28-dic-16	29-dic-16	30-dic-16	31-dic-16	01-ene-17	02-ene-17	03-ene-17	04-ene-17
4.8	6.6	5.4	5.8	3.4	0.1	1	0	0.4	-2.1
13.2	14.6	12.4	13.9	10.1	5.6	7	5.7	8.5	5.8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	NE	**	NE	NE-NNE	SSW	SSW	SSW-S	NNW	NE-N
0.87	3.12	6.64	4.12	2.44	4.42	4.64	5.21	4.57	3.57
BAJA	BAJA	NULA	NULA	NULA	NULA	NULA	MEDIA	NULA	NULA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

27-ene-17	28-ene-17	29-ene-17	30-ene-17	31-ene-17	01-feb-17	02-feb-17	03-feb-17	04-feb-17	05-feb-17
-0.9	-2.9	-3.2	1.3	3.7	4.2	-0.4	-1.4	0.4	-3.7
1.7	2	4.2	6.2	8.6	7.9	4.4	0.8	3.6	3.7
2.6	0	0.4	0	0	0	6.8	0.8	22.8	29.2
NIEVE	NIEVE	-	-	-	-	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	NIEVE-LLUVIA	NIEVE
S-SSE	NNW-NW	**	S	SSE	S	S	S	S-SSE	**
19.06	2.55	6.82	5.06	11.35	12.97	17.08	18.03	17.67	14.44
ALTA	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
2->3	2	2	2	2	2	2	2->3	3	3

28-feb-17	01-mar-17	02-mar-17	03-mar-17	04-mar-17	05-mar-17	06-mar-17	07-mar-17	08-mar-17	09-mar-17
-3.2	-3.6	1.9	0.3	-4.1	-3.5	0.3	-0.9	3	8.4
4	7.3	8.9	8.9	0.3	5.5	6.7	5.1	13.8	18.8
5.4	0	0	4	14.4	0.8	4.2	43.8	4	0
NIEVE	-	-	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	NIEVE-LLUVIA	NIEVE-LLUVIA	NIEVE-LLUVIA	-	-
**	S	S	S	S	**	**	NNE	N	NE
9.93	5.21	7.88	19.75	1.11	6.27	9.56	13.85	6.13	4.68
ALTA	MEDIA	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	MEDIA	NULA
2	2	1->2	1	3	3	3	3	3	2

04-dic-16	05-dic-16	06-dic-16	07-dic-16	08-dic-16	09-dic-16	10-dic-16	11-dic-16	12-dic-16	13-dic-16	14-dic-16
3.6	3.1	2.7	3.1	2.3	2.3	3.5	1.2	2.7	3.1	-0.7
6.1	8.9	11.3	8.4	7.6	9.7	10.6	8.9	9.7	9.8	5.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	**	NE	S-SSE	S-SSE	S	S-SSE	NE	NNW	SSE	SSE
16	6.6	1.08	7.05	11.31	9.53	4.88	1.36	3.42	12.36	14.01
ALTA	ALTA	NULA	NULA	NULA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	NULA	NULA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

05-ene-17	06-ene-17	07-ene-17	08-ene-17	09-ene-17	10-ene-17	11-ene-17	12-ene-17	13-ene-17	14-ene-17	15-ene-17
-6.1	-4.2	-1.2	-2.2	-4.1	-2.1	-2.1	2.2	-5.5	-6.8	-4.9
1.9	5.3	7.9	4.8	3.2	0.1	3.9	9.3	2.4	-4.7	-2.7
0	0	0	0	0	43.2	29.2	2.8	5.2	4.4	34.2
-	-	-	-	-	NIEVE	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	NIEVE	NIEVE	NIEVE
NNW	NNW	NW	NNW	NNW-NW	NNW-NE	NNW	**	NE-NNE	NE	NE-NW
6.39	5.2	3.3	5.8	3.87	10.67	11.41	2.93	15.94	13.15	11.22
NULA	BAJA	NULA	MEDIA	BAJA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3

06-feb-17	07-feb-17	08-feb-17	09-feb-17	10-feb-17	11-feb-17	12-feb-17	13-feb-17	14-feb-17	15-feb-17	16-feb-17
-4.4	-2.5	-5.1	-7.8	-0.3	-1.2	0.6	0	-0.3	0.8	1.3
4.4	4.8	-2.4	3.5	4.3	4.8	5.7	7.3	5.2	8.1	6.7
71.6	33	10.6	0.4	0	2.8	0.4	3.6	1.2	0	0
NIEVE-LLUVIA	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	-	-	NIEVE	NIEVE	NIEVE-LLUVIA	-	-	-
N-NNE	N	NE-NNE	**	SE-SSE	S	S	S-SSE	SSE	SE	**
18.52	9.75	15.17	7.31	9.38	3.74	30.03	22.63	6.46	4.15	6.12
ALTA	ALTA	ALTA	NULA	MEDIA	ALTA	MEDIA	ALTA	NULA	BAJA	MEDIA
3	4	4	3	2	2	2	2	3	2	2

10-mar-17	11-mar-17	12-mar-17	13-mar-17	14-mar-17	15-mar-17	16-mar-17	17-mar-17	18-mar-17	19-mar-17	20-mar-17
9.1	5.1	-1	-1.2	0.2	1.9	5.1	5.6	4.2	3.3	3.3
18.1	18.1	5.4	2.9	9.7	15.2	13.4	16.4	13.9	15.1	16
0	0	8.2	6.2	0	0	0	0	0	0	0
-	-	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	-	-	-	-	-	-	-
NE	NE	N	NNW	NW-WNW	NW	S	WSW	NW	NW	**
4.58	4.81	8.35	8.38	2.95	1.54	9.36	2.23	2.45	2.8	3.65
BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	NULA	BAJA	BAJA	NULA	BAJA
2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1

15-dic-16	16-dic-16	17-dic-16	18-dic-16	19-dic-16	20-dic-16	21-dic-16	22-dic-16	23-dic-16	24-dic-16	25-dic-16
-1.7	1.9	-0.6	-1.2	-1.9	-5.1	-5.1	1.9	1.8	1.1	1.1
3.4	6.7	7.5	6.2	3.2	-0.2	5.1	6.2	8.8	5.9	10.1
0	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0
							NIEVE-LLUVIA			
SSE	S	NE	NE	NE-NNW	NNW	NE	NE	NE	NNW	NNW
12.75	9	1.03	3.09	1.75	2	1.2	0.99	1.18	3.8	7.03
ALTA	ALTA	BAJA			MEDIA	BAJA	ALTA	ALTA	BAJA	BAJA
1	1	1			1	1	1	1	1	1

16-ene-17	17-ene-17	18-ene-17	19-ene-17	20-ene-17	21-ene-17	22-ene-17	23-ene-17	24-ene-17	25-ene-17	26-ene-17
-2.9	-10.9	-13.6	-6.6	-5.2	-3	-4	-4.6	-6.7	-8.9	-7.4
-0.2	-2.1	-1.1	3.2	4.3	4.6	1.7	-0.1	2.7	0	0.1
46.8	3.4	6.8	0.4	0	0	0	0	0	0	0
NIEVE	NIEVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NE-NNE	NNE	NNW	NNE	S	NE	NNE	NNW-NW	**	SE	SSE
15.71	17.59	3.05	1.99	1.43	5.05	1.02	2.71	0.71	4.13	16.2
ALTA	MEDIA	NULA	BAJA	BAJA	NULA	MEDIA	MEDIA	NULA	MEDIA	ALTA
3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1

17-feb-17	18-feb-17	19-feb-17	20-feb-17	21-feb-17	22-feb-17	23-feb-17	24-feb-17	25-feb-17	26-feb-17	27-feb-17
2.1	1.2	0.1	-2.6	-1	5.2	2.3	-3.1	-4	3.1	3.3
8.9	7.3	6.3	7.9	12	11.1	11.2	4	12.9	12.8	7.9
0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	NIEVE-LLUVIA	-	-	-
NE	NE	NNW	N	N	NE	SE	NNW	NNW	NNE	S-SSE
3.16	4.8	3.92	2.67	1.38	5.38	4.18	7.82	2.37	0.47	13.95
MEDIA	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	ALTA	NULA	NULA	ALTA
2	1	1	1	1->2	1	1	2	1->2	1	1

21-mar-17	22-mar-17	23-mar-17	24-mar-17	25-mar-17	26-mar-17	27-mar-17	28-mar-17	29-mar-17	30-mar-17	31-mar-17
-0.7	-1.6	-4.6	-3.1	-2.9	-0.4	0.7	1	3.2	5.8	6.5
8.4	2.5	0.7	4.8	-0.2	6.5	6.7	10.6	14.4	13.7	9.9
0	2.4	3.2	4.2	6.2	0	0	0	0	0	0
	NIEVE-LLUVIA	NIEVE	NIEVE	NIEVE	-	-	-	-	-	-
NNW-NW	S	S	**	S	S-SSW	S	SSE-SSW	S-SSW	S	S
3.14	11.45	11.65	5.6	11.64	13.4	13.18	3.55	3.25	7.94	7.04
ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA	MEDIA	BAJA	NULA	BAJA	ALTA
1	2	1	2	3	3	3	2	2	1	2

Tabla 9. Datos Nivológicos. Fuente: Elaboración Propia.